



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE
FILOSOFÍA Y LETRAS



INSTITUTO DE
GEOGRAFÍA

Boletín de Estudios Geográficos

Nº 110

-AÑO 2018-

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA - FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

MENDOZA, ARGENTINA

ISSN 0374-6186

Datos de Revista - Journal's Information
BOLETÍN DE ESTUDIOS GEOGRÁFICOS | ISSN 0374-6186 | 2018

Boletín de Estudios Geográficos (BEG) es una publicación del Instituto de Geografía.

Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.

inst-geo@ffyl.uncu.edu.ar - <http://ffyl.uncu.edu.ar>

Centro Universitario - Ciudad de Mendoza (5500) - Casilla de Correo 345 – Provincia de Mendoza

Las contribuciones deben enviarse por mail a instgeopublicaciones15@gmail.com



Revista promovida por ARCA (Área de Revistas Científicas y Académicas)
de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Cuyo.

Email: revistascientificas@ffyl.uncu.edu.ar

Facebook: @arca.revistas | Instagram: @arca.revistas | LinkedIn: ARCA – FFYL | Twitter: @ArcaFFYL

Diseño gráfico y maquetación: Clara Luz Muñiz

Versión impresa: Talleres Gráficos de la Facultad de Filosofía y Letras, UNCUYO, Argentina - Printed in Argentina - editorial@ffyl.uncu.edu.ar

El Boletín de Estudios Geográficos es una publicación periódica bianual, originada en 1948, que comprende y difunde trabajos científicos originales, inéditos, relacionados con la amplitud temática de la Ciencia Geográfica, sus objetos y métodos específicos como así también de ciencias afines. Se publican también reseñas bibliográficas, tesis de grado y posgrado, reflexiones críticas, entrevistas a referentes de la disciplina, comentarios de eventos científicos.

La responsabilidad por las opiniones emitidas en los artículos corresponde exclusivamente a los autores.

Indexado en: Catálogo de LATINDEX (www.latindex.unam.mx).

Forma parte de: Red de Bibliotecas Universitarias (REBIUN) y de la Clasificación Integrada de Revistas Científicas (CIRC) Grupo C.



Se permite la reproducción de los artículos siempre y cuando se cite la fuente.

Esta obra está bajo una Licencia Atribución-NoComercial-CompartirIgual 2.5 Argentina (CC BY-NC-SA 2.5 AR). Usted es libre de: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato; adaptar, transformar y construir a partir

del material citando la fuente. Bajo los siguientes términos: Atribución —debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. NoComercial —no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. CompartirIgual — Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original. No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/ar/>

Esta revista se publica a través del SID (Sistema Integrado de Documentación), que constituye el repositorio digital de la Universidad Nacional de Cuyo (Mendoza): <http://bdigital.uncu.edu.ar/>, en su Portal de Revistas Digitales en OJS: <http://revistas.uncu.edu.ar/ojs/index.php/index/index>

Nuestro repositorio digital institucional forma parte del SNRD (Sistema Nacional de Repositorios Digitales) <http://repositorios.mincyt.gob.ar/>, enmarcado en la leyes argentinas: Ley N° 25.467, Ley N° 26.899, Resolución N° 253 del 27 de diciembre de 2002 de la entonces SECRETARÍA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PRODUCTIVA, Resoluciones del MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PRODUCTIVA N° 545 del 10 de septiembre del 2008, N° 469 del 17 de mayo de 2011, N° 622 del 14 de septiembre de 2010 y N° 438 del 29 de junio de 2010, que en conjunto establecen y regulan el acceso abierto (libre y gratuito) a la literatura científica, fomentando su libre disponibilidad en Internet y permitiendo a cualquier usuario su lectura, descarga, copia, impresión, distribución u otro uso legal de la misma, sin barrera financiera [de cualquier tipo]. De la misma manera, los editores no tendrán derecho a cobrar por la distribución del material. La única restricción sobre la distribución y reproducción es dar al autor el control moral sobre la integridad de su trabajo y el derecho a ser adecuadamente reconocido y citado.

AUTORIDADES

Decano de la Facultad de Filosofía y Letras: Dr. Adolfo Omar Cueto

Directora del Boletín de Estudios Geográficos: Prof. Esp. Silvia Beatriz Robledo

COMITÉ ASESOR

Mag. Raquel Alvarado – Universidad de la República – Uruguay

Dra. Ana Amelia Álvarez – Universidad Nacional de Cuyo - Argentina

Dr. Fabián Araya Palacios – Universidad de La Serena – Chile

Dr. Horacio Bozzano – Universidad Nacional de La Plata – CONICET- Argentina

Dr. Roberto Bustos Cara – Universidad Nacional del Sur – CONICET - Argentina

Dr. Gustavo Buzai – Universidad Nacional de Luján – CONICET - Argentina

Lic. Alicia Cáceres – Universidad Nacional Patagonia Austral - Argentina

Dra. Claudia Campos – CONICET – Mendoza - Argentina

Dr. Hugo Capellà Miternique – Universidad de Concepción - Chile

Dra. Mirosława Czerny – Universidad de Varsovia - Polonia

Dr. Mario De Jong – Universidad Nacional del COMAHUE -Argentina

Dra. Blanca Fritschy – Academia Nacional de Geografía – CONICET -Argentina

Lic. María Estela Furlani de Civit –Academia de Ciencias Sociales - Mendoza - Argentina

Dra. María Dolores García Ramón – Universidad Autónoma de Barcelona - España

Prof. María Josefina Gutiérrez de Manchón – CONICET - Argentina

Dra. Alicia Iglesias – Universidad Nacional de Luján – CONICET- Argentina

Dra. Alicia Laurín – Universidad Nacional del COMAHUE - Argentina

Dra. Josefina Ostuni - Academia de Ciencias Sociales - Mendoza - Argentina

Dra. Claudia Pedone – CONICET - Argentina

Dr. Eduardo Pérez Romagnoli – Universidad Nacional de Cuyo – CONICET- Argentina

Dr. Víctor Quintanilla Pérez – Universidad de Santiago - Chile

Dr. Rodolfo Richard Jorba – Universidad Nacional de Cuyo –CONICET - Argentina

Dra. Cristina Valenzuela – Universidad Nacional del Nordeste – CONICET - Argentina

Dr. Guillermo Velázquez – Universidad Nacional del Centro – CONICET - Argentina

COMISIÓN DE PUBLICACIONES

Diego Bombal

Rosa Schilan

Andrea Cantarelli

Facundo Rojas

Ana Carolina Beceyro

Facundo Martín

Correctora de Estilo: Ester Argüello

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA

Directora: Silvia Beatriz Robledo

Co – director: Diego Bombal

Secretario: Facundo Rojas

Comisión Asesora: Facundo Rojas, Natalia Pucciarelli, María Marta Bernabeu, Pía García Bustos

Secretaría Administrativa: Ester Argüello

ÍNDICE

INVESTIGACIONES	7
 Biogeografía Humana: principios y aplicaciones en el estudio del pasado humano. HUMAN BIOGEOGRAPHY: PRINCIPLES AND APPLICATIONS IN THE STUDY OF THE HUMAN PAST	
Gustavo Lucero	9
 Una aproximación a las semejanzas y diferencias entre propuestas metodológicas latinoamericanas para la evaluación de agroecosistemas desde el enfoque de la sustentabilidad. SIMILARITIES AND DIFFERENCES ON LATIN AMERICAN SUSTAINABILITY AGROECOSYSTEMS EVALUATIONS	
Alejandro Javier Tonolli y César Sergio Ferrer González	37
 Análisis comparativo preliminar de la variabilidad temporal del índice de vegetación en las áreas metropolitanas forestadas. Casos de estudio: la Plata, Mendoza, Santiago de Chile y Turín. TEMPORAL VARIABILITY OF VEGETATION INDEX IN FORESTED METROPOLITAN AREAS. A PRELIMINARY COMPARATIVE ANALYSIS OF LA PLATA, MENDOZA, SANTIAGO DE CHILE AND TURIN CITIES	
Mariela Edith Arboit, César Cucchiatti y Dora Silvia Maglione	67
 En búsqueda de la integración territorial. Propuesta para el fortalecimiento del sistema urbano de la provincia de Santiago del Estero, Argentina. IN SEARCH FOR TERRITORIAL INTEGRATION. PROPOSAL FOR THE STRENGTHENING OF THE URBAN SYSTEM IN THE PROVINCE OF SANTIAGO DEL ESTERO, ARGENTINA	
Juan Pablo Pereyra	87

INVESTIGACIONES

Biogeografía Humana: principios y aplicaciones en el estudio del pasado humano

HUMAN BIOGEOGRAPHY: PRINCIPLES AND APPLICATIONS IN THE STUDY OF THE HUMAN PAST

Gustavo Lucero

Laboratorio de Paleoecología Humana FCEN, UNCuyo

Resumen

A partir de la década de 1970 se observó un auge en el desarrollo de enfoques biogeográficos aplicados a la interpretación de fenómenos humanos. En búsqueda de argumentos biogeográficos en el discurso arqueológico en este trabajo se examinan aspectos teóricos y metodológicos de la Biogeografía como ciencia. Realizamos una revisión de conceptos, objetivos, clasificación, desarrollo histórico y relaciones con otras ciencias. También, una breve descripción de líneas de aplicación de la Biogeografía en trabajos arqueológicos locales.

Concluimos que la perspectiva de la biogeografía humana en el estudio de procesos de distribución humana durante el pasado implicó la interacción de factores complementarios. El dispersalismo histórico ha resultado la perspectiva más adecuada para explicar procesos de distribución humana por razones de escala y afinidad teórica. Los enfoques biogeográficos para explicar procesos de distribución humana a partir de modelos de utilización del espacio han sido los de mayor impacto en la arqueología local.

Palabras clave: Biogeografía, teoría, metodología, desarrollo histórico, modelos biogeográficos.

Abstract

Since the 1970s, there has been an increased interest in biogeographic approaches to human studies. This paper explores theoretical and methodological aspects of biogeography and their applications in archaeology. We review concepts, objectives, classification systems, historical development and relationships with other sciences as well as a brief description applications of biogeography in local archaeological research.

We conclude that in the study of human distribution, human biogeography involves the interaction of complementary factors. Historic dispersal is the most adequate perspective to explain processes of human distribution because of scale and theoretical affinity. Local biogeographic approaches that explain processes of human distribution with spatial models have had the greatest impact on impact in local archaeology.

Keywords: Biogeography, theory, methodology, historical development, biogeographical models.

INTRODUCCION

La Biogeografía es la ciencia que estudia la distribución de los seres vivos e identifica los procesos que crean esas distribuciones en el espacio y en el tiempo. La vida varía de un lugar a otro de una manera no azarosa y predecible, esta variabilidad configura el principal punto de interés de esta ciencia. Los patrones biogeográficos son el resultado de esta interacción moldeada por los procesos evolutivos y la tectónica de placas.

A lo largo de la historia, importantes trabajos en Biogeografía sobre fenómenos de gran impacto en la configuración y distribución de la vida han sido desarrollados (Darwin, 1859; Huxley, 1865; Mac Arthur y Wilson, 1969; Rapoport, 1982; Mayr, 2002; entre otros). Si bien, temas como las implicancias en la formación de la humanidad en su complejidad, su distribución y el papel de la especie humana en el mundo natural han tenido un abordaje paulatino (Mounier, 2014), en las últimas décadas y gracias a los avances de los estudios genéticos, se han realizado nuevas explicaciones sobre el origen y distribución de los humanos modernos (Stringer, 2002; Harcourt, 2012). Mientras la Biogeografía humana va configurando su

propio lugar dentro de la Biogeografía general, otras disciplinas como la Sociología, la Ecología Humana, la Geografía, la Antropología y la Arqueología han cooptado temas que le son propios (Terrell, 2006; Harcourt, 2012).

Precisamente, en las últimas cinco décadas se han desarrollado diferentes enfoques que han recurrido a marcos teóricos-metodológicos eminentemente biogeográficos para interpretar fenómenos humanos en el pasado. Entre los temas abordados se encuentran dispersión inicial, distribución, movilidad, migraciones, demografía, fronteras étnicas, variaciones tecnológicas, jerarquizaciones espaciales, redes sociales, circulación e interacción entre diferentes ambientes (Yellen, 1977; Wiessner, 1983; Veth, 1989, 1993; Smith, 1993; Fitzhugh, Moore, Lockwood, y Boone, 2004; Hiscock, 2005, 2007, Terrell, 2010, 2014; entre otros). En Argentina, a partir de la década de 1990 han proliferado investigaciones que emplean una multiplicidad de enfoques biogeográficos para interpretar datos arqueológicos. Este trabajo presenta en primer lugar una revisión del concepto, objetivos generales, clasificación y desarrollo de la Biogeografía a lo largo de su historia. Pensamos que este objetivo es necesario para distinguir argumentos biogeográficos en el discurso arqueológico. Posteriormente, nos centramos en su relación con otras ciencias y en una somera descripción de lo que, a nuestro criterio, son las amplias líneas de aplicación de la Biogeografía en los trabajos arqueológicos contemporáneos locales. Como resultado de una combinación de enfoques y aplicaciones metodológicas biogeográficas, la Arqueología actual cuenta con poderosas herramientas para integrar aspectos de la dimensión espacial y temporal del pasado humano. Muchos de estos conceptos y metodologías tienen su génesis en el desarrollo de la Biogeografía como ciencia y en su relación e interacción con marcos provenientes de otras disciplinas.

DEFINICIÓN, OBJETIVOS Y CLASIFICACIÓN

El objetivo de precisar y delimitar conceptualmente a la Biogeografía surge de la dificultad provocada por la amplitud de objetos de estudio, por sus conexiones con otras ciencias y por el rol que ocupan los humanos en los procesos biogeográficos. La Biogeografía es una ciencia multidisciplinar con una larga historia. Sus orígenes se encuentran en ciencias afines como la Biología, la Geografía, la Geología, la Paleontología y la Ecología. Según la nomenclatura internacional de la UNESCO

para los campos de ciencia y la tecnología (250501), la Biogeografía es una subdisciplina de la Geografía, y dentro de ésta de la Geografía física.

Esta multiplicidad de enfoques dificulta su adecuada definición, por lo que no es sorprendente que signifique diferentes cosas para diferentes autores. Existe una perspectiva general, eminentemente biológica, que la considera como el estudio de las distribuciones geográficas pasadas y presentes de plantas y animales. “La Biogeografía consiste en el estudio de las distribuciones de los organismos, tanto del pasado como del presente, y de los patrones de variación sobre la tierra en número y tipos de seres vivos” (Morrone, 2004, p. 13). En este tipo de definiciones los humanos aparecen como sujetos pasivos en su interacción con la naturaleza y con los procesos evolutivos y distributivos, como de alguna manera, por encima o aparte de la naturaleza más que dentro de la misma (Terrell, 2006). Estos argumentos son interesantes ya que se contrastan con la Teoría de construcción de nicho, que considera que la modificación, construcción o destrucción de nichos se da por medio de la interacción mutua entre organismos y sus entornos. Así las especies poseen un doble legado, el de sus genes y de sus ambientes modificados (Odling-Smee, Laland, y Feldman, 2003).

En otras definiciones más generales, se incluye a la acción antrópica en el proceso distributivo y de modificación de los paisajes biogeográficos. En tal sentido, la biogeografía es definida como “...el análisis de las pautas de conducta y distribución espacial y temporal de poblaciones de organismos en relación con las propiedades del paisaje que habitan, e implica evaluar la influencia que éste ejerce en las características de procesos históricos de largo plazo” (Lahr y Foley, 1998). También, “Biogeografía es el estudio de la distribución geográfica de las plantas y los animales vivos y fósiles, como resultado de los procesos ecológicos y evolutivos. Analiza las relaciones organismos-medio ambiente a través del cambio en el espacio y el tiempo, y a menudo incluye interacciones humano-biota” (Mast, 2010). En este último grupo de conceptos observamos que la distribución de las especies aparece como el resultado de la combinación de numerosos factores naturales y humanos.

Los objetivos de la biogeografía se pueden traducir en preguntas concretas tales como ¿por qué y cómo los organismos están donde están o se limitan a su

distribución actual?, ¿qué papel cumplen el clima, la topografía y las interacciones con otros organismos en la distribución de una especie?, ¿cómo acontecimientos históricos tales como deriva continental, las glaciaciones y los recientes cambios climáticos dieron forma a la distribución de una especie?, entre otras preguntas (Brown y Lomolino, 1998; Lomolino, Riddle, y Brown, 2006; Mast, 2010; Harcourt, 2012).

La biogeografía puede clasificarse en dos grandes campos: biogeografía ecológica y biogeografía histórica. La primera estudia cómo los procesos ecológicos de corto plazo influyen sobre la distribución de los organismos en función de sus adaptaciones a las condiciones ambientales actuales, en una escala local, dentro del hábitat o en un ámbito intra-continental, pero fundamentalmente con especies o subespecies de animales o plantas actuales (Humphries y Parenti, 1999; Cox y Moore, 2005). La histórica estudia cómo los procesos ecológicos que ocurren a largo plazo actúan sobre el patrón de distribución de los organismos en función de factores históricos, en áreas globales más grandes, con períodos de tiempo evolutivo recientes y que han dado lugar a los paisajes vegetales actuales (Humphries y Parenti, 1999; Cox y Moore, 2005).

En Biogeografía, los mecanismos de diferenciación y distribución poblacional se clasifican en dispersión y vicariancia o vicarianza. El dispersalismo supone que La Tierra es estática, o en su defecto, los cambios de su superficie tienen poca importancia en la distribución de los seres vivos. Las especies se originan en centros de origen a partir de los cuales se dispersan al azar, atraviesan barreras geográficas preexistentes, colonizan nuevas áreas y por especiación forman una nueva especie (Morrone, 2004). La vicarianza parte del supuesto contrario, la superficie de la Tierra está constantemente en transformación y son estos cambios los que modelan las distribuciones de los seres vivos. Las transformaciones y cambios dan surgimiento a barreras geológicas o de otro tipo, que fragmentan las distribuciones de especies ancestrales que habitan un territorio amplio (por proceso de especiación) y a su vez divide a los organismos de la especie ancestral en dos poblaciones separadas las cuales (en algunos casos) no pueden cruzar la barrera y terminan formando dos especies hermanas que evolucionarán separadamente (Morrone, 2007, p. 511).

En síntesis, como parte del proceso evolutivo general, la biogeografía pone énfasis en la distribución de las especies en el mundo en las dimensiones de espacio y tiempo. En la dimensión espacial se enfoca en temas como jerarquías taxonómicas, ecológicas y tróficas, geografía física y funcionamiento de la tierra (incluyendo clima, suelos, plantas y animales), interacciones biológicas, distribución de la vida (predación, competencia, simbiosis) y procesos de disturbios catastróficos. En la dimensión temporal estudia las comunidades, formaciones y biomas, el cambio de los continentes y la influencia de los climas, la dispersión, colonización e invasión (incluyendo migraciones estacionales, difusión, barreras, corredores, filtros, escalonamientos y rutas al azar), la evolución general, la especiación, la extinción y la evolución humana como proceso geográfico.

DESARROLLO HISTÓRICO DE LA BIOGEOGRAFÍA

La Biogeografía moderna encuentra sus orígenes en la era de las exploraciones europeas entre los siglos XV-XVIII. Sin embargo, las ideas más antiguas sobre la distribución de humanos, plantas y animales en la Tierra se observan en diferentes mitos y leyendas de las religiones más arcaicas del mundo, *e.g.*, en la *Torá*, en el Libro del Génesis judeo-cristiano, en el *Enûma Elish* caldeo o en la Biblioteca de Apolodoro de Atenas, se describen hechos de dispersión y distribución de especies.

A partir del siglo XV la Biogeografía fue enriquecida por las observaciones que religiosos, exploradores y corsarios realizaron sobre los seres vivos de América y los territorios insulares del Pacífico y el Índico. Las ideas sobre los centros de origen, la inmutabilidad de las especies y sobre la regularidad en los procesos de dispersión que ocurrieron para alcanzar la distribución actual predominaron hasta los siglos XVII y XVIII.

Hacia mediados del siglo XIX, y gracias a los trabajos de Adolphe Brongniart (1801-1876) y Charles Lyell (1797-1875) ya era evidente que la tierra y su biota habían cambiado con el tiempo y, por ende, ambos eran mutables. La obra de Lyell se transformó en una de las mayores referencias de la tradición dispersalista en la biogeografía histórica, manifestando el afán de buscar leyes naturales que

expliquen el funcionamiento de la Tierra y deslindándose de las explicaciones teleológicas aristotélicas (Bueno Hernández y Llorente Bousquets, 2003, p. 19).

La biogeografía alcanza un notable impulso con los aportes de la teoría de la evolución que sustituye las teorías previas sobre la mutabilidad de las especies. La unión con la teoría de la evolución demostró ser fundamental para el surgimiento de la Biogeografía histórica (Barberena, 2008, p. 24). En su obra “El Origen de las Especies por medio de la Selección Natural o la Preservación de las Razas Favorecidas en la lucha por la existencia” (1859) Charles Darwin propuso que la diversificación y adaptación de biotas se dio como resultado de la selección natural, mientras que la dispersión y el posible aislamiento y desarticulación de biotas fue el resultado de la dispersión por larga distancia (Lomolino *et al.* 2006). Por su parte, Alfred Russel Wallace utilizó el mecanismo de la vicarianza para explicar especies afines y faunas parecidas. Otro de sus aportes son los mapas biogeográficos detallados con regiones y sub-regiones de la Tierra, que incluyen líneas y divisiones batimétricas que reflejaban el aislamiento de diferentes archipiélagos.

El dispersalismo se continuó durante el siglo XX por los investigadores de la llamada “escuela zoogeográfica de Nueva York” (Morrone, 2002). El paleontólogo G. G. Simpson propuso como mecanismo de dispersión de organismos a los corredores (rutas de migración de tránsito pesado), los filtros (rutas de travesías ligeras como grandes desiertos o cuerpos de agua) y rutas al azar o *sweepstakes routes* (transporte esporádico de organismos terrestres a través de barreras formidables como los océanos). Estos conceptos fueron de gran importancia en el pensamiento biogeográfico actual y en el de la Biogeografía aplicada a la Arqueología (Barberena, 2008).

Como una reacción a la Biogeografía dispersalista surgió entre la década de 1950 y 1970 la denominada “Panbiogeografía”, propuesta por León Croizat (1958) y la escuela de la “Biogeografía de la vicarianza”, representada por Rosen-Nelson-Platnick (1978). La Panbiogeografía, propuesta por León Croizat (1958), es un enfoque que sostiene que “vida y tierra evolucionan juntas”, lo cual significa que las barreras geográficas y las biotas co-evolucionan. El método de la Panbiogeografía consiste en representar las distribuciones de los organismos en

mapas y conectar las áreas de distribución disyuntas o localidades de colección (nodos panbiogeográficos) mediante líneas llamadas trazos (*tracks*). Los trazos individuales de grupos de organismos no relacionados son repetitivos, las líneas resultantes de su superposición son trazos generalizados (*generalized tracks*) que indican la preexistencia de biotas ancestrales fragmentadas por cambios tectónicos y/o climáticos. Este concepto fue utilizado por Clive Gamble (1998) para explicar la dispersión de los homínidos tempranos fuera de África.

La escuela de la Biogeografía de la vicariancia fue representada por Rosen-Nelson-Platnick (1978). Esta escuela investigó las relaciones de origen o parentesco de las áreas y biotas por medio de las relaciones de parentesco de sus especies (Renema, 2007).

En síntesis, las premisas básicas que el dispersalismo biogeográfico manejó hasta casi finales del siglo XX son las siguientes: (a) cada taxón se origina en un área restringida denominada centro de origen, (b) existe una tendencia general de los organismos a dispersarse a partir del centro de origen, atravesando barreras, hasta poblar áreas nuevas, (c) la dispersión de cada taxón depende del azar y de sus medios de dispersión, por lo cual no existen patrones generales de distribución (Morrone, 2002). En contraposición, la Panbiogeografía y la Biogeografía de la vicarianza retomaron la idea de encontrar el patrón de interrelación de áreas endémicas y la jerarquía de taxones vicariantes¹. En estos enfoques influyeron fundamentalmente la aceptación de la tectónica de placas, el desarrollo de nuevas metodologías de análisis filogenético y el rechazo a las concepciones de centro de origen darwinista y de mecanismos de dispersión aleatorios.

LA BIOGEOGRAFÍA Y SU RELACIÓN CON OTRAS CIENCIAS

La Biogeografía además de ser una ciencia multidisciplinar es una ciencia sintética, y como cualquier otra rama del conocimiento se apoya en conceptos, teorías y

¹ Entendida aquí como una planta o animal cuya área de distribución queda restringida a una determinada región.

metodologías de otras ciencias tales como la Biología, la Geografía, la Ecología, la Paleontología, la Antropología y las Ciencias de la Tierra.

Tiene una fuerte conexión con la Biología, la que aporta al estudio de las distribuciones de especies información relacionada con la fisiología, la anatomía, el desarrollo y la historia evolutiva de grupos de plantas y animales.

La Paleontología también realizó importantes contribuciones a la Biogeografía, no sólo aportando información sobre la diversidad de seres vivos que vivieron en el pasado, sino también sobre los diferentes mecanismos que permitieron su distribución sobre la Tierra. Desde 1900 hasta la década de 1950 la Paleontología proporcionó nuevas descripciones sobre el origen, dispersión, irradiación y disminución de los vertebrados terrestres en cada continente (Brown y Lomolino, 1998).

Además, la Biogeografía se ve enriquecida por el aporte sustancial de la Geografía. La información sobre la ubicación, en el presente y en el pasado, de continentes, cordilleras, desiertos, lagos, islas, archipiélagos principales y mares, la información climática presente y pasada, los suelos, las condiciones limnológicas y oceanográficas y la historia geológica es indispensable para los biogeógrafos. También es relevante la Cartografía, para la representación y análisis de las distribuciones estudiadas, y en especial a partir de nuevas técnicas de representación como los modelos de simulación y análisis espaciales mediante teledetección y sistemas de información geográfica (SIG) (Millington, Walsh, y Osborne, 2001). En el estudio de las sociedades humanas, tanto pasadas como actuales, la interrelación entre el ambiente y las sociedades son factores fundamentales para comprender algunos de sus aspectos culturales. El surgimiento y generalización de los SIG ha permitido sistematizar algunos de estos aspectos que sólo han sido estudiados de forma más o menos intuitiva. Por ejemplo, es posible ajustar modelos biogeográficos en función de la cobertura nívica, de la salud de la vegetación o de la presencia de agua. Aportan información confiable en la reconstrucción de marcos paleoambientales y paleoclimáticos mediante variables bioclimáticas. También, generar tendencias sobre intensidad de ocupación de los espacios e indagar sobre procesos de interacción e integración

de áreas a circuitos o redes de rutas mediante análisis espaciales SIG (Lucero, 2015).

LA BIOGEOGRAFÍA HUMANA

La acción humana en el estudio biogeográfico es un tema de gran importancia para la investigación contemporánea. El geógrafo Henry Elhai sostuvo que los paisajes biogeográficos son un compromiso entre la obra de la naturaleza y la acción milenaria humana, que se encuentra directa o indirectamente vinculado en el origen de la mayoría de los paisajes, a veces hasta de su creación y en todo caso hasta de su permanencia (Guerra Velasco, 2001). En el mismo sentido, si se acepta que el hombre es la especie central del estudio geográfico, se debe incluir a la acción humana como creadora de nuevas especies y ecosistemas, y especialmente, a lo largo de su historia y de sus estrategias de explotación (ver Odling-Smee *et al.*, 2003).

En Antropología se elaboraron enfoques en los que, a partir de explicaciones geográficas, se intenta comprender la diversidad biológica y cultural humana (Harcourt, 2012). Es aquí donde aparece la denominada Biogeografía humana, que estudia los procesos de origen y distribución de los humanos en la Tierra, su adaptación a diferentes ambientes y eventos históricos (eventos tectónicos y cambios climáticos), el crecimiento y mantenimiento de similitudes y diferencias entre las poblaciones humanas en varios puntos de la superficie terrestre, en varios momentos de la historia humana y los efectos biogeográficos de las interacciones entre culturas y especies (Terrell, 1977; Harcourt, 2012, p. 7). La Biogeografía y la Antropología contribuyen entre ellas recíprocamente y se complementan, ya que los humanos son, en muchos aspectos, biogeográficamente similares a otras especies.

Si bien, en un sentido amplio, la Biogeografía humana estudia al ser humano como agente transformador del planeta podemos distinguir diversas líneas de investigación. Una de ellas se enfoca en la emergencia, las variaciones presentes y pasadas y la evolución de la especie humana y de sus antecesores (Stringer, 2002; Harcourt, 2012, pp. 2–3; entre otros). También son importantes los enfoques que estudian la relación entre dispersión de humanos modernos y extinción de algunas

especies de mamíferos² (Harcourt, 2012). Otra línea, aborda fenómenos como la domesticación y agricultura (Leach, 2003; Cox y Moore, 2005; Zeder, 2012). Finalmente, existen desarrollos sobre diversidad genética, taxonómica y cultural humana en función a la dieta o las áreas en las cuales viven (*eg.* islas, ambientes de altura, zonas de trópicos, etc.) y la desaparición de algunos ancestros de la especie humana (*eg.* *Homo habilis*) por causas de virus, bacterias y otros organismos (Tishkoff y Kidd, 2004; Cox y Moore, 2005; Fincher y Thornhill, 2012).

La articulación entre enfoques geográficos y antropológicos no es nueva, y posiblemente tenga sus orígenes en siglo XIX-XX con la denominada “escuela francesa del paisaje” de Paul Vidal de la Blache y la tradición de la geografía alemana encabezada por Carl Ritter, Alexandre von Humboldt, y Friedrich Ratzel³. Durante esos siglos, y en momentos de emergencia del evolucionismo clásico, Thomas Huxley confirma con sus ensayos que tal vez el objetivo más obvio de la biogeografía humana ha sido mapear la distribución geográfica de las “modificaciones persistentes” o “stocks” de la humanidad (Terrell, 2006). A partir de las primeras décadas del siglo XX tomó importancia el difusionismo basado en la migración como factor explicativo y la distribución y características de los continentes como factores para comprender la distribución de los grupos humanos que sobre ellos se mueven (Trigger, 1992).

La biogeografía humana relaciona diversidad, densidad y rasgos de organismos con medidas cuantitativas del paisaje. El paisaje es el escenario donde ocurren los procesos distribución humana, por lo tanto, la estructura del paisaje y la disposición de sus elementos condiciona la organización espacial de los grupos humanos. Mediante la reconstrucción de paleopaisajes, y a través de la biogeografía como instancia teórica de rango medio y las evidencias materiales

² Podemos mencionar como ejemplo la obra de Ian Simmons *Biogeography: Natural and Cultural* (1976) en la que se trata el efecto de los humanos en la distribución de otras especies.

³ Las ideas formuladas por Ratzel acerca de las migraciones en su relación con la difusión de la cultura y la interdependencia entre el medio ambiente y el hombre tuvieron eco particularmente en la Geografía, la Antropología, la Sociología y la Historia (Gómez Rey, 2007).

es posible evaluar la influencia que ejerce el paisaje en procesos históricos de largo plazo.

LA BIOGEOGRAFÍA Y LA ARQUEOLOGÍA

En las últimas cinco décadas se han desarrollado trabajos que han recurrido a marcos teórico-metodológicos biogeográficos para interpretar fenómenos humanos en el pasado. Podemos destacar algunos realizados en el suroeste de Estados Unidos, Australia y las islas polinesias y mediterráneas. En ellos, se abordan grandes temas de interés como distribución de poblaciones humanas en el espacio y en el tiempo, procesos adaptativos a ambientes áridos, fronteras étnicas-geográficas y procesos migratorios (Schwartz, 1969; Yellen, 1977; Terrell, 1977, 2010, 2014; Wiessner, 1983; Veth, 1989, 1993; Smith, 1993; Fitzhugh *et al.*, 2004; Hiscock, 2005, 2007).

Desde el dispersalismo biogeográfico y la Biogeografía de islas, se han abordado procesos culturales y las diferentes fases del desarrollo cultural. Algunos tópicos como asentamiento inicial, colonización, expansión, trayectorias humanas, refugios, centralidad y marginalidad han tenido una espacial repercusión en Arqueología (Schwartz, 1969; McArthur, Saunders y Tweedie, 1976; Terrell, 1977; Keegan y Diamond, 1987). Por ejemplo, para explicar procesos de colonización humana insular y continental, la Arqueología ha tomado de la Biogeografía el desarrollo secuencial de todo proceso de colonización, una serie de pasos previos que incluyen alguna de estas etapas: “descubrimiento y exploración”, “visitas frecuentes”, “asentamiento estable o colonización” y “asentamientos humanos intensivos” (Guerrero Ayuso, 2001, p. 139).

Uno de los trabajos sobre colonización de gran impacto regional fue el realizado por Schwartz (1969) sobre los procesos migratorios de las comunidades agrícolas Pueblo en el SO de Estados Unidos⁴. Define como migración a los movimientos geográficos de individuos o grupos a una distancia significativa. Estos movimientos son relativamente permanentes y el antiguo territorio es abandonado por el grupo

⁴ Este modelo fue de gran influencia en los desarrollados por Borrero (1998-1999; 1994-1995) para explicar el poblamiento inicial de la Patagonia Meridional argentina.

migrante (Schwartz, 1969, p. 176). Con cada migración, además de los cambios geográficos, las comunidades experimentan cambios tecnológicos, económicos, sociales y religiosos. El grado de cambio económico y tecnológico que sigue a la migración está relacionado con las diferencias entre el ambiente físico original y el nuevo. Cuando las personas se mueven dentro del mismo entorno tienden a mantener su economía tradicional mientras que, si se mueven en un nuevo entorno, tienden a haber cambios tecnológicos y económicos; por ejemplo, cambios en los tipos de cultivos, técnicas agrícolas, estructuras habitacionales y en la tecnología de las herramientas (Schwartz, 1969). Se pueden identificar tres fases de desarrollo y ocupación del espacio por parte de una comunidad: una fase “pionera”, una de “consolidación” y una de “estabilización”. Todas estas fases pueden ser reconocidas en el registro arqueológico.

Es sumamente importante el aporte de la Biogeografía de islas a procesos de distribución humana. Las islas proporcionan laboratorios ideales para estudiar ecosistemas y sociedades en pequeña escala, que pueden reflejar aspectos de la biogeografía continental y oceánica, siendo ilustrativos para comprender procesos de sobreexplotación ambiental y cambios demográficos (Mac Arthur y Wilson, 1969; Evans, 1973; Dawson, 2005). La Biogeografía de islas se enfocó en el impacto biogeográfico de los cambios en las configuraciones paleogeográficas (como el surgimiento de microcontinentes y la formación de archipiélagos) que han dado lugar a la aparición o desaparición de rutas de migración desde afuera de los sistemas insulares. A partir de estos eventos se han formulado teorías sobre el impacto que las barreras provocan sobre la dispersión de algunas especies y sobre la migración que en algunas situaciones se provoca por la formación de nuevos corredores (Renema, 2007). Los sistemas insulares son unidades de análisis convenientes para evaluar trayectorias históricas de comunidades humanas, alternancias entre centralidad/marginalidad, colonización/abandono, aislamiento e interacción en diferentes niveles (Dawson, 2005).

Uno de los modelos de distribución de poblaciones humanas con base biogeográfica más difundidos en Arqueología fue elaborado por Veth (1989, 1993) para explicar la ocupación de las zonas desérticas australianas durante el Último Máximo Glacial y el Pleistoceno final. Como consecuencia de este período de enfriamiento global se provocó una modificación de la disposición de las áreas

biogeográficas de Australia (Veth, 1993; Williams, Ulm, Cook, Langley, y Collard, 2013). Veth explicó la respuesta humana a los cambios climáticos mediante un modelo que identifica refugios, corredores y barreras para los hombres durante el Último Máximo Glacial. Hace hincapié en la importancia de fuentes de agua persistentes en el piedemonte/tierras altas de montaña y en los sistemas fluviales/gargantas como refugios (islas en el interior) en períodos de condiciones climáticas extremas (Williams *et al.*, 2013) (Figura 1). Simmons (2007) extendió el modelo de las islas en el interior a todo el Holoceno. En su estudio explicó la ocupación aborigen de la zona árida de Australia, caracterizando al río Diamantina como un corredor que une las áreas de refugio entre barreras que impedían la ocupación.

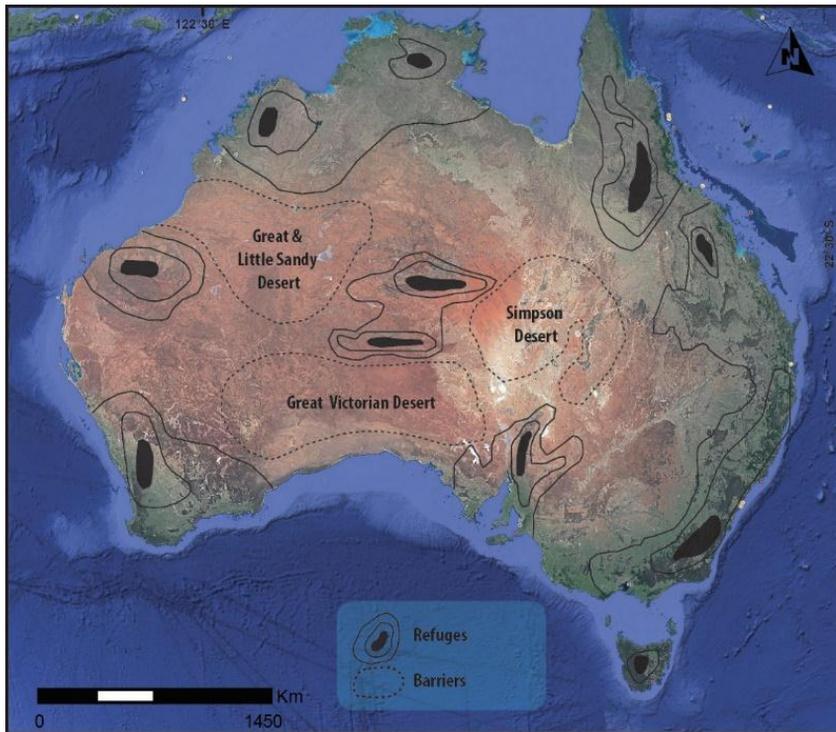


Figura 1. Modelo de corredores y barreras biogeográficas utilizado para explicar la distribución humana durante la transición Pleistoceno-Holoceno en Australia. Adaptado de Veth (1989, 1993).

En Argentina los trabajos arqueológicos realizados en la Patagonia meridional, y en especial los que formaron parte del proyecto *Magallania* (Borrero, 1998), han servido como marco de referencia local para la discusión sobre la organización espacial de las poblaciones humanas y para la aplicación de modelos biogeográficos a problemas arqueológicos (Borrero, 1989-1999, 1994-1995, Franco, 2002b, 2004; Barberena, 2004, 2008; L'Heureux, 2005; Borrero y Borrazzo, 2011; Charlin y Barberena, 2011; Cardillo, Charlin y Borrazzo, 2012; entre otros).

Borrero (1989-1990, 1994-1995) elaboró un modelo del poblamiento inicial de la Patagonia central y meridional que se articula en torno a una base conceptual biogeográfica (Franco, 2004; Barberena, 2008). Este poblamiento comprende diferentes etapas: exploración, colonización inicial y ocupación efectiva del espacio⁵. A su vez, a cada etapa se corresponden expectativas arqueológicas concretas, básicamente, referidas a la localización de los sitios y a la redundancia de uso y continuidad de la ocupación (Franco, 2002a). Más tarde, este modelo de ocupación del espacio fue adaptado (Borrero y Franco, 1997; Franco, 2002b, 2004) para generar expectativas arqueológicas concretas relativas a la organización tecnológica de la Patagonia Meridional y así, analizar estrategias de utilización de recursos líticos empleadas por las poblaciones humanas durante el Holoceno.

También, Borrero propuso uno de los primeros debates en torno a los procesos de vicariancia/dispersión de las poblaciones humanas a partir de la conformación del estrecho de Magallanes como una barrera biogeográfica (Borrero, 1989-1990), fenómeno que pudo ocurrir a partir de *ca.* 8200 AP (McCulloch y Morello, 2009). A partir de aquí se generaron diferentes líneas de trabajo especializadas en función a diferentes *proxies*: procesos microevolutivos sobre comunidades de guanacos en

⁵ La etapa de “exploración” es entendida como la dispersión inicial a un espacio no habitado, implicando movimientos de individuos o grupos siguiendo las rutas naturales de menor resistencia (Borrero, 1994-1995). En la “colonización” se considera un espacio que está siendo utilizado de acuerdo con ciertos principios regulares de interacción entre poblaciones y recursos (Borrero, 1994-1995, p. 24). La colonización implica un mayor conocimiento del ambiente y de sus recursos por parte de las sociedades. La “ocupación efectiva” del espacio se caracteriza por un aumento en la densidad poblacional, tendencia hacia la sedentarización y una territorialidad condicionada a la distribución y densidad de los recursos (Borrero, 1989-1990).

la isla de Tierra del Fuego (L'Heureux, 2005), variaciones en la diversidad tecnológica (Cardillo y Charlin, 2010) y variaciones morfológicas de puntas de proyectil en Fuego-Patagonia (Cardillo *et al.*, 2012).

Tomando otras variables biogeográficas se han desarrollado investigaciones sobre procesos de jerarquización espacial en ambientes de Patagonia Continental (Borrero, 1989-1990, 2004; Borrero y Manzi, 2007; Barberena, 2008; entre otros). Destacamos el estudio arqueológico que Barberena (2008) realizó sobre la organización geográfica de sociedades prehistóricas de la costa y el interior en Patagonia meridional. A partir de la construcción de un enfoque biogeográfico se analizan *indicadores de distancias* (elementos marinos e isótopos), que proveen medidas de la *amplitud* de la interacción humana entre los diferentes espacios, los que a su vez se vinculan con diferentes niveles de organización espacial humana. También, este autor ha propuesto un modelo arqueológico de base biogeográfica para el norte de Neuquén (Patagonia Septentrional) basado en información topográfica (pendientes), climática (estacionalidad y conectividad geográfica) y ecológica (capacidad de carga actual de los espacios) (Barberena, 2013).

El modelo ecológico de Borrero de utilización del espacio ha sido de gran utilidad para generar expectativas arqueológicas y testear el poblamiento en otras áreas localizadas al norte de la Patagonia. Por ejemplo, Muscio (1999) propuso un modelo de poblamiento inicial y colonización temprana para el Noroeste Argentino. Este autor planteó desde una perspectiva biogeográfica-ecológica evolutiva, una alta movilidad y un uso oportunístico de los recursos de caza, no especializado, para la etapa de poblamiento humano del NOA en la Transición Pleistoceno/Holoceno. Sostuvo que en el proceso de colonización temprana los ambientes marginales habrían sido los últimos en colonizar, principalmente en razón de la inestabilidad ambiental y de la baja productividad ecológica (Muscio, 1999).

El poblamiento humano del sur de Mendoza también ha sido abordado a partir de variaciones a nivel temporal que siguen el modelo de Borrero. Según Neme y Gil (2002, 2008) las etapas de exploración, colonización y ocupación efectiva del territorio no parecen haber ocurrido de una forma homogénea. La exploración/colonización inicial del sur de Mendoza habría comenzado hacia fines

del Pleistoceno y comienzos del Holoceno Temprano. Hacia el Holoceno medio se produce un desvanecimiento de la señal arqueológica comúnmente denominado “silencio arqueológico” pero en zonas más productivas permanece la señal de forma disminuida. Luego, durante el Holoceno Tardío se produce un proceso de recolonización de los ambientes desocupados: áreas marginales, intensificación de recursos y espacios (Neme y Gil 2008:13).

También en el sur de Mendoza, en el curso medio del río Grande de Malargüe, Durán (2000) planteó un patrón de movilidad costa-cordillera-sierra. Propuso un modelo de circulación humana y ocupación de los espacios en función a indicadores geográficos, geológicos y de estacionalidad. Sugiere que el río Grande pudo funcionar como una barrera biogeográfica que explicaría las diferencias en los registros de ambas márgenes (Durán, 2000, p. 101).

Los modelos biogeográficos de ocupación del espacio también han sido utilizados para interpretar el poblamiento temprano del norte de Mendoza (Lucero, Cortegoso, y Castro, 2006; Castro y Cortegoso, 2010).

Recientemente, en una perspectiva macro espacial, Cortegoso y colaboradores (2016) discutieron sobre vectores geográficos dominantes de interacción humana desde ambas vertientes cordilleranas en dos rangos latitudinales. Tomando *proxies* como la caracterización geoquímica y arqueológica de fuentes y distribuciones de obsidiana y rutas de menor costo SIG este trabajo permitió explorar la intensidad de uso humano de cinco fuentes andinas con diferentes propiedades geológicas y topográficas en función a parámetros biogeográficos.

Finalmente, deseamos destacar la importancia de la aplicación de una perspectiva biogeográfica para estudiar fenómenos humanos en una macro-región que involucra ambientes de altura desde el norte de San Juan hasta el centro de Mendoza. Cortegoso y colaboradores (2014) publicaron los resultados de una agenda biogeográfica que incluye, a partir de diferentes líneas de evidencia (tecnológicas, isotópicas, bioarqueológicas, etc.), fronteras étnicas-geográficas (modos de vida agro-pastoril y de caza y recolección), barreras biogeográficas, interacciones humanas entre vertientes cordilleranas, posibles vías de circulación/contacto, procesos de adaptaciones de altura e historias culturales divergentes.

Como parte de este proyecto, tomamos un marco de referencia biogeográfico para comprender la distribución espacial, instalación y organización tecnológica de grupos humanos en ambientes de altura de San Juan durante el Holoceno Tardío (Lucero, 2015). Los datos provistos resultaron en la construcción de un modelo predictivo aplicable a regiones de altura implicando la integración de la información arqueológica a un contexto geográfico. En este se involucra una dinámica ambiental en la que elementos geológicos, geomorfológicos, ecológicos y climatológicos se integran como condicionantes de la conducta humana pasada (e.g. la Cordillera funcionó como barrera o como eje articulador) (Figura 2).

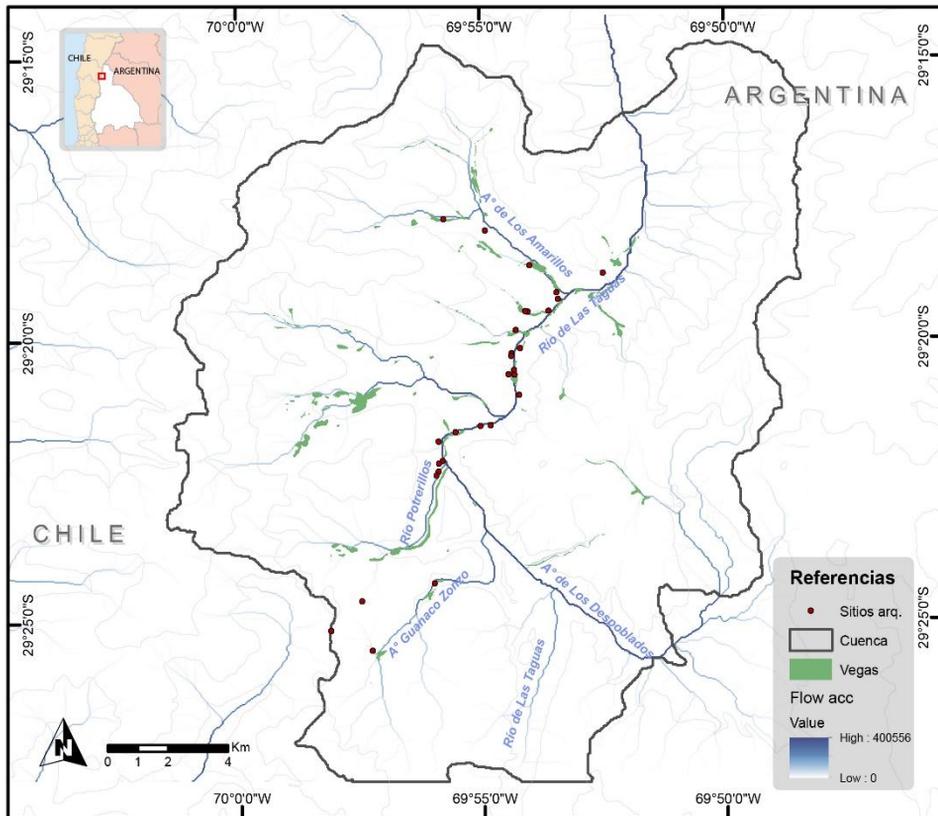


Figura 2. Modelo biogeográfico de distribución de sitios cordilleranos en función a la vegetación y a la acumulación de flujo hídrico. Tomado de Lucero 2015.

En el mismo ambiente, Castro (2015) desarrolló un estudio sobre cambios en la organización tecnológica vinculados a transformaciones en los sistemas de asentamiento, movilidad y subsistencia de los grupos humanos a lo largo del Holoceno a partir del modelo de Borrero (1994-1995).

CONCLUSIÓN

Hemos intentado precisar el concepto de Biogeografía para observar el papel que cumple el hombre en los procesos de distribución, tanto en el de otras especies como en la propia. Además, repasamos sus objetivos, clasificación y desarrollo histórico con el fin distinguir explicaciones biogeográficas en el discurso arqueológico. Observamos que la dificultad para delimitar conceptualmente a esta ciencia surge por la amplitud de su campo de estudio y por su desarrollo histórico en relación con otras ciencias. A pesar de estas complejidades, es posible visualizar cómo los humanos pueden ser susceptibles de análisis biogeográfico. Existen dos claras perspectivas, una eminentemente biológica donde el hombre aparece como sujeto pasivo de los procesos biogeográficos, y otra donde se incluye a la acción antrópica en los procesos de distribución y modificación biogeográfica. Es esta última visión la que considera la Arqueología para realizar modelos e interpretaciones sobre la distribución humana.

Si la pregunta fundamental en Biogeografía es ¿cómo están distribuidos los organismos sobre la superficie de la tierra a través de su historia? y partiendo de una base ecológica que considera que los humanos se comportan como un *taxón* o como un ser viviente más, podemos visibilizar los argumentos por los cuales es posible aplicar los principios de la Biogeografía general para explicar fenómenos humanos durante el pasado, o como señala Borrero (1994-1995) “...un tratamiento de las poblaciones humanas como componentes de un ecosistema”. La perspectiva de la Biogeografía humana en Arqueología no implica considerar al hombre sólo en posición central de modificar el mundo a su antojo sino ponderar que otros factores como el clima, la geología, la geomorfología, la topografía, los recursos, la pendiente, etc. pueden afectar las distribuciones humanas o incluso, cómo las especies no humanas pueden verse influenciadas con la distribución humana. En este sentido, todos los factores se complementan invariablemente.

En Arqueología, el dispersalismo histórico ha resultado el enfoque más adecuado para explicar procesos de distribución humana. En principio, porque las teorías evolutivas darwinistas son las que han predominado en Arqueología desde sus inicios (ver Winterhalder y Smith, 1992; O'Brien y Lyman, 2000). En segundo lugar, por razones de perspectiva, ya que la Arqueología al igual que la Biogeografía evolutiva opera en escalas espaciales y temporales mayores a la Biogeografía ecológica. Incluso, podemos encontrar una afinidad entre ellas ya que cualquier modelo de dispersión humana puede involucrar dispersión a larga distancia (cruce de barreras y establecimiento en áreas distantes), dispersión ecológica (movimiento gradual generacional), migración secular (distancias cortas) o migración en masa (movimiento varios *taxa* debido a la desaparición de una barrera)(*sensu* Morrone, 2007).

En general, muchas aplicaciones biogeográficas usadas para explicar fenómenos de distribución consideran a la dispersión como un *set* de movimientos que implican expansión del área de distribución bajo condiciones favorables del medio permitiendo la ampliación del área de distribución original de una especie, atravesando o no, barreras biogeográficas. No es casual, entonces, la preponderancia de esta perspectiva en la Biogeografía Humana y luego en la Antropología y la Arqueología, donde han proliferado los modelos ecológicos de utilización del espacio. A su vez, la Biogeografía de islas ha ofrecido herramientas analíticas sobre temas como centralidad-marginalidad, expansión, colonización, refugios, abandono, repoblación y subsistencia (Mac Arthur y Wilson, 1969; Terrell, 1977; Dawson, 2005; Renema, 2007). Todas estas perspectivas han sido complementadas con marcos teóricos más amplios como enfoques evolutivos y ecosistémicos para así, poder encuadrar preguntas generales dentro de variables geográficas específicas y analizar si tienen un efecto mensurable sobre el desarrollo de la cultura y cómo este efecto varía en el tiempo y el espacio. Es en este sentido donde es posible observar la versatilidad y el carácter sintético que tiene la Biogeografía para nutrirse de otras ramas de la ciencia.

En Argentina, a partir de los 90 se han abordado diferentes fenómenos como colonización, migraciones, redes de circulación e interacción entre diferentes ambientes, demografía, procesos adaptativos, variaciones tecnológicas y jerarquizaciones espaciales, entre otros temas. A partir de la revisión de algunas

publicaciones que hemos efectuado en este trabajo, podemos desglosar particularidades de la aplicación de la Biogeografía humana en la Arqueología local:

- La Biogeografía ha servido para explicar procesos de distribución humana a partir de la formulación de modelos ecológicos de utilización del espacio (Borrero, 1989-1990, 1994-1995; Franco y Borrero, 1999; Borrero y Manzi, 2007; entre otros). Asimismo, ha provisto de herramientas dinámicas que han permitido combinar diferentes *proxies* para la creación de modelos de movimiento y ocupación del espacio. Se han desarrollado propuestas (eg. circulación e interacción humana) a partir de diferentes indicadores isotópicos, geológicos, geomorfológicos, ecológicos o climatológicos (Barberena, 2008; Cortegoso *et al.*, 2016; entre otros).
- Los enfoques biogeográficos sobre colonización y dispersión humana en espacios áridos (e.g. Schwartz, 1969; Gould, 1977; Veth, 1989; Kelly, 2010) son los de mayor impacto en la arqueología local. El modelo más influyente fue el elaborado por Borrero (1989-1990, 1994-1995, 2005) para la explicación del poblamiento inicial de la Patagonia argentina, siendo utilizado ampliamente en diferentes geografías. En él se combinan las etapas secuenciales de todo proceso de colonización: exploración, colonización y ocupación efectiva.
- Los modelos en perspectiva biogeográfica son adecuados para abordar fenómenos de distribución en grandes unidades de espacio y tiempo (Borrero, 1994-1995, 2004; Borrero *et al.*, 2008; Cortegoso *et al.*, 2016; entre otros). En el dominio espacial ha sido relevante la organización espacial humana en función a las características particulares del paisaje, posibilitando su segmentación en función a factores como altitud, geomorfología, geología, etc. Por su parte, la resolución temporal suele ser multigeneracional y en grandes bloques temporales.
- La Biogeografía ha provisto herramientas adecuadas para discutir temas de interés arqueológico tales como áreas centrales y marginales, expansión y colonización (Neme, 2002; Borrero, 2004; Neme y Gil, 2008; Barberena, 2013), corredores y barreras (Borrero, 1999, 2004; Durán, 2000; Lucero, 2015) e historias culturales en amplias escalas espaciales (Cortegoso *et al.*, 2014,

2016) teniendo en cuenta diferentes líneas de evidencia y factores geológicos, geomorfológicos, sociales, económicos y tecnológicos que en general actúan de forma interactiva.

Mencionamos que algunos métodos y aplicaciones biogeográficas tienen su génesis en su relación e interacción con otras disciplinas. En este sentido, quisiéramos resaltar el avance de métodos de interpretación y análisis provenientes de los SIG para el tratamiento de datos e interpretación de fenómenos en grandes escalas espaciales permitiendo combinar diversas fuentes de datos (ambientales, geográficos, geológicos) para realizar análisis de distribución, proximidad y movimientos en el paisaje. La articulación entre enfoques biogeográficos y tecnologías espaciales auguran un prometedor futuro a los estudios de procesos de distribución humana durante el pasado.

Muchos de los fenómenos que se han abordado arqueológicamente son el producto de una compleja interacción de procesos evolutivos naturales. En este sentido, las premisas biogeográficas planteadas serían adecuadas, y si bien existen matices y especificidad, en general apuntan a un tema central, el análisis de cómo y por qué se distribuyen las poblaciones a lo largo del espacio y tiempo. Consideramos que la interacción de perspectivas teórico-metodológicas para comprender la variabilidad espacio temporal del registro arqueológico en términos de dinámicas de cambio cultural, pueden ser de gran ayuda para comprender este complejo proceso.

BIBLIOGRAFÍA

- BARBERENA, R. (2008). Arqueología y biogeografía humana en Patagonia meridional. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología.
- BARBERENA, R. (2013). Biogeografía, competencia y demarcación simbólica del espacio: Modelo arqueológico para el norte de Neuquén. *Intersecciones en Antropología*, 14, 367–381.
- BORRERO, L. A. (1989). Evolución cultural divergente en la Patagonia austral. *Anales del Instituto de la Patagonia*, Serie Cs. Humanas, 19, 133–139.
- BORRERO, L. A. (1994). Arqueología de la Patagonia. *Palimpsesto, Revista de Arqueología*, 4, 9–56.
- BORRERO, L. A. (1998). Proyecto Magallania: La cuenca superior del río Santa Cruz. En C. por L. A. Borrero (Ed.), *Arqueología de la Patagonia Meridional. Proyecto Magallania* (pp. 11–27). Concepción del Uruguay: Ediciones Búsqueda de Ayllu.
- BORRERO, L. A. (1999). The prehistoric exploration and colonization of Fuego-Patagonia. *Journal of World Prehistory*, 13(3), 321–355.

- BORRERO, L. A. (2004). The Archaeozoology of Andean “Dead Ends”. En S. Wickler, M. Mondini, & S. Muñoz (Eds.), *Colonisation, Migration and Marginal Areas. A Zooarchaeological approach*. (pp. 55–61). Oxford: Oxbow.
- BORRERO, L. A. (2005). The Archaeology of the Patagonian Deserts Hunter-Gatherers in a Cold Desert. En P. Veth, M. Smith, & P. Hiscock (Eds.), *Desert Peoples: Archaeological Perspectives* (pp. 142–158). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
- BORRERO, L. A. y BORRAZZO, K. (2011). La geografía cultural del sudoeste de Patagonia Continental. En L. A. Borrero & K. Borrazzo (Eds.), *Bosques, montañas y cazadores: investigaciones arqueológicas en Patagonia Meridional* (pp. 7–36). Buenos Aires: Dunken.
- BORRERO, L. A. , et al (2008). Circulación humana y modos de interacción al sur del río Santa Cruz. En L. A. Borrero & N. V. Franco (Eds.), *Arqueología del extremo sur del continente americano. Resultados de nuevos proyectos* (pp. 155–174). Buenos Aires: Dunken.
- BORRERO, L. A. y FRANCO, N. (1997). Early Patagonian Hunter-Gatherers: Subsistence and Technology. *Journal of Anthropological Research*1, 53(2), 219–239.
- BORRERO, L. A. y MANZI, L. (2007). Arqueología supra-regional y Biogeografía. En *Levantando piedras, desenterrando huesos... y develando arcanos* (pp. 163–172). Punta Arenas: Ediciones CEQUA.
- BROWN, J. y LOMOLINO, M. (1998). *Biogeography. Second edition*. Massachusetts: Sinauer Associates, Inc.
- BUENO HERNÁNDEZ, A. y LLORENTE BOUSQUETS, J. (2003). La Biogeografía de Charles Lyell. En J. J. Morrone & J. Llorente (Eds.), *Una Perspectiva Latinoamericana de la Biogeografía* (pp. 19–28). Las Pressas de Ciencias, Fac. Ciencias, UNAM.
- CARDILLO, M. y CHARLIN, J. (2010). Diversificación morfológica en las puntas de proyectil de Patagonia. En Primer Encuentro de Morfometría “Morfometría geométrica y estudios filogenéticos”. La Plata.
- CARDILLO, M., CHARLIN, J. y BORRAZZO, K. (2012). Exploring size and shape variations in late Holocene projectile points from Northern and Southern coasts of Magellan Strait (South America). En F. Djinjian & J. Koslowsky (Eds.), *Mobility in Worldwide Prehistory and Early Complex Societies: crossing straits and channels*. Oxford: British Archaeological Reports, International Series, Archaeopress.
- CASTRO, S. (2015). Explotación de recursos líticos durante el Holoceno en el límite de vertientes cordilleranas. Valle del río de Las Taguas, San Juan, Argentina. Universidad Nacional de Córdoba.
- CASTRO, S. y CORTEGOSO, V. (2010). Ocupación temprana del norte de Mendoza: registro lítico del sitio Agua de la Cueva Sector Norte. *Anales de Arqueología y Etnología*, 65–66, 9–36.
- CHARLIN, J. y BARBERENA, R. (2011). ¿Cómo medimos la movilidad de las poblaciones humanas desde el registro arqueológico?: el caso de Pali Aike. En CONICET-IMHICIHU (Ed.), *Movilidad y Migraciones* (pp. 253–265). Buenos Aires: A. Guiance (Comp.).
- CORTEGOSO, V, et al. (2016). Geographic vectors of human mobility in the Andes (34–36°S): comparative analysis of “minor” obsidian sources. *Quaternary international: the journal of the International Union for Quaternary Research.*, 422, 81–92.
- CORTEGOSO, V., DURÁN, V. y GASCO, A. (2014). *Arqueología de ambientes de altura de Mendoza y San Juan (Argentina) (1°)*. Mendoza: Colección Encuentros nº3. EDIUNC.
- COX, C. B., y MOORE, P. D. (2005). Biogeography: an ecological and evolutionary approach. *Ecosystems*. Blackwell.
- DARWIN, C. (1859). Origin of Species. *Library*, 475, 424.
- DAWSON, H. (2005). Island colonization and abandonment in Mediterranean prehistory. Institute of Archaeology, University College London.

- DURÁN, V. (2000). Nuevas consideraciones sobre la problemática arqueológica del valle del río Grande (Malargüe, Mendoza). En A. Gil & G. Neme (Eds.), *Entre montañas y desiertos. Arqueología del sur mendocino* (pp. 87–102). Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología.
- EVANS, J. (1973). Islands as laboratories for the study of culture process. En C. Renfrew (Ed.), *The Explanation of Culture Change: Models in Prehistory* (pp. 517–520). London: Duckworth Press.
- FITZHUGH, B., Moore, S., Lockwood, C. y Boone, C. (2004). Archaeological Paleobiogeography in the Russian Far East: The Kuril Islands and Sakhalin in Comparative Perspective. *Asian Perspectives*. University of Hawaii Press.
- FRANCO, N. V. (2002a). Es posible diferenciar los conjuntos líticos atribuidos a la exploración De un espacio de los correspondientes a otras etapas del poblamiento? El caso del extremo sur de Patagonia. *Werken*, 3, 119–132.
- FRANCO, N. V. (2002b). Estrategias de utilización de recursos líticos en la cuenca superior del *Río Santa Cruz*. , Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
- FRANCO, N. V. (2004). La organización tecnológica y el uso de escalas amplias- El caso del sur y oeste de Lago Argentino. En A. Acosta, D. Loponte, & M. Ramos (Eds.), *Temas de Arqueología. Análisis lítico* (pp. 101–144). Universidad Nacional de Luján.
- FRANCO, N. V. y BORRERO, L. (1999). Metodología de análisis de la estructura regional de recursos líticos. En C. A. Aschero, M. A. Korstanje, & P. M. Vuoto (Eds.), *En los Tres Reinos: prácticas de recolección en el Cono Sur de América* (pp. 27–37). Tucumán: Instituto de Arqueología y Museo, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán.
- GAMBLE, C. (1998). Concluding Remarks: archaeology's fifth big question. En M. D. Petraglia & R. Korisettar (Eds.), *Early Human Behaviour in Global Context. The Rise and Diversity of the Lower Paleolithic Record. One World Archaeology Series 28* (One World, pp. 451–467). London: Taylor & Francis.
- GÓMEZ REY, P. (2007). La asimilación de las ideas de Ratzel y la nueva visión del territorio mexicano. *Scripta Nova*, 10(218).
- GOULD, R. (1977). Puntutjarpa Rockshelter and the Australian Desert Culture. *Anthropological Papers of the American Museum of Natural History*, 54.
- GUERRA VELASCO, J. (2001). La acción humana, el paisaje vegetal y el estudio biogeográfico. Asociación de Geógrafos Españoles.
- GUERRERO AYUSO, V. (2001). The Balearic Islands: Prehistoric Colonization of the Furthest Mediterranean Islands from the Mainland. *Journal of Mediterranean Archaeology*, 14 (2). Harcourt, A. (2012). *Human biogeography*. Berkeley: University of California Press.
- HARCOURT, A. (2012). *Human biogeography*. Berkeley: University of California Press.
- HISCOCK, P. (2005). *Desert Peoples: Archaeological Perspectives*. (P. Veth, M. Smith, & P. Hiscock, Eds.). Wiley-Blackwell.
- HISCOCK, P. (2007). Population growth and mobility. En *Archaeology of Ancient Australia*. London: Routledge.
- HUMPHRIES, C. J. y PARENTI, L. (1999). *Cladistic Biogeography. Interpreting Patterns of Plant and Animal Distributions*. Oxford: Oxford University Press.
- HUXLEY, T. H. (1865). On the methods and results of ethnology. En *T. H. Huxley, Lectures & Lay Sermons* (pp. 74–98). London: J. M. Dent.
- KEEGAN, W. Y DIAMOND, J. (1987). Colonization of Islands by Humans: A Biogeographical Perspective. *Advances in Archaeological Method and Theory*, 10, 49–92.

- KELLY, R. L. (2010). Foraging and Colonization. En J. M. Broughton & M. D. Cannon (Eds.), (p. 441). Salt Lake City: University of Utah Press.
- L'HEUREUX, G. (2005). Variación morfométrica en restos óseos de guanaco de sitios arqueológicos de Patagonia austral y de la Isla Grande de Tierra del Fuego. *Magallania*, 33 (1), 81–94.
- LAHR, M. M. y FOLEY, R. (1998). Towards a Theory of Modern Human Origins: Geography, Demography, and Diversity in Recent Human Evolution. *Yearbook of Physical Anthropology*, 41, 137–176.
- LEACH, H. (2003). Human Domestication Reconsidered. *Current Anthropology* 44, 3, 349–368. Lomolino, M., Riddle, B. y Brown, J. (2006). *Biogeography*. (M. V. Lomolino, B. R. Riddle, & J. H. Brown, Eds.) (7^o). Princeton, N.J.: Sinauer Associates.
- LOMOLINO, M. Riddle, B. y Whittaker, R. (2016). *Biogeography* (5^o). Oxford: Sinauer Associates, Inc.
- LUCERO, G. (2015). Biogeografía y Paleoecología humana de tierras altas: subsistencia y tecnología en el Valle del Río de las Taguas (Departamento de Iglesia, Provincia de San Juan). Universidad Nacional de Cuyo. Ms.
- LUCERO, G., CORTEGOSO, V. y CASTRO, S. (2006). Cazadores-Recolectores del Holoceno Temprano: Explotación de Recursos Líticos en el Sitio Agua de la Cueva Sector Norte. *Arqueología y Ambiente de Áreas Naturales Protegidas de la Provincia de Mendoza. Anales de Arqueología y Etnología* N°61, 185–215.
- MAC ARTHUR, R. y WILSON, E. (1969). *The theory of Island Biogeography*. Princeton N.J.: Princeton Univ. Press.
- MAST, J. (2010). Biogeography. En *Encyclopedia of Geography*. Sage Publications. MAYR, E. (2002). *What evolution is*. London: Phoenix Edition, 318. MCARTHUR, N., SAUNDERS, I. y TWEEDIE, L. (1976). Small population isolates: a micro simulation study. *The journal of the Polynesian Society*, 85, 307–326.
- MCCULLOCH, R. y MORELLO, F. (2009). Evidencia glacial y paleoecológica de ambientes tardiglaciales y del Holoceno temprano. Implicaciones para el poblamiento temprano de Tierra del Fuego. En M. Saleme, F. Santiago, M. Álvarez, E. Piana, M. Vázquez, & M. E. Mansur (Eds.), *Arqueología de Patagonia: una mirada desde el último confín* (p. 115-130). Ushuaia: Editorial Utopías.
- MILLINGTON, A. C., WALSH, S. y OSBORNE, P. (2001). *GIS and remote sensing applications in biogeography and ecology* (2nd print.). Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- MORRONE, J. J. (2002). El Espectro del Dispersalismo: de los Centros de Origen a las Áreas Ancestrales. *Rev. Soc. Entomol. Argent*, 61, 1–14.
- MORRONE, J. J. (2004). Homología Biogeográfica. Las coordenadas espaciales de la vida. *Cuadernos del Instituto de Biología*, 37.
- MORRONE, J. J. (2007). Hacia una biogeografía evolutiva. Towards an evolutionary biogeography. *Revista Chilena de Historia Natural*, 80(4), 509–520.
- MOUNIER, A. (2014). Mapping humans, or how to understand human diversity. *Frontiers of Biogeography*, 6 (1), 49–50.
- MUSCIO, H. (1999). Colonización Humana del NOA y Variación en el Consumo de los Recursos: La Ecología de los Cazadores Recolectores de la Puna Argentina Durante la transición Pleistoceno-Holoceno.
- NEME, G. (2002). Arqueología del alto valle del río Atuel: modelos, problemas y perspectivas en el estudio arqueológico de las regiones de altura del sur de Mendoza. En A. Gil & G. Neme (Eds.), *Entre Montañas y Desiertos: Arqueología del Sur de Mendoza* (pp. 65–84). Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología.
- NEME, G. y Gil, A. (2008). Biogeografía humana en los Andes Meridionales: tendencias arqueológicas en el sur de Mendoza. *Chungara: Revista de Antropología Chilena*, 40 (1), 5–18.

- O'BRIEN, M. y LYMAN, R. (2000). Evolutionary Archaeology: Reconstructing and Explaining Historical Lineages. En M. B. Schiffer (Ed.), *Social Theory in Archaeology* (pp. 126–142). Salt Lake City: University of Utah Press.
- ODLING-SMEE, J., LALAND, K. y FELDMAN, M. (2003). *Niche Construction: The Neglected Process in Evolution*. New Jersey: Princeton University Press.
- RAPOPORT, E. H. (1982). *Areography: Geographical strategies of species*. Oxford: Pergamon Press.
- RENEMA, W. (2007). *Biogeography, time and place: distributions, barriers and islands*. New York: Springer.
- SCHWARTZ, D. W. (1969). The Postmigration Culture: A Base for Archaeological Inference. En *Reconstructing Prehistoric Pueblo Societies* (pp. 175–193). Albuquerque, New Mexico.: University of New Mexico Press.
- SIMMONS, A. (2007). "Life in a Corridor" An Archaeological Investigation of the Diamantina channel country – a Western Queensland Corridor. University of Queensland.
- SMITH, M. A. (1993). Biogeography, human ecology and prehistory in the sandridge deserts. *Australian Archaeology*, 37, 35–49.
- STRINGER, C. (2002). Modern human origins: progress and prospects. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 357 (1420), 563 LP 579.
- TERRELL, J. E. (1977). Human Biogeography in the Solomon Islands. *Fieldiana Anthropology*, 68 (1), 1–47.
- TERRELL, J. E. (2006). Human biogeography: evidence of our place in nature. *Journal of Biogeography*, 33, 2088–2098.
- TERRELL, J. E. (2010). Social Network Analysis of the Genetic Structure of Pacific Islanders. En *Annals of Human Genetics* (Vol. 74, pp. 211–232).
- TERRELL, J. E. (2014). Understanding Lapita as History. En E. Cochrane & T. Hunt (Eds.), *The Oxford Handbook of Prehistoric Oceania* (pp. 1–16). Oxford University Press.
- TISHKOFF, S. y KIDD K. (2004). Implications of biogeography of human populations for "race" and medicine. *Nature Genetics Supplement* 36, 11, 521-527.
- TRIGGER, B. (1992). *Historia del pensamiento arqueológico*. Barcelona: Crítica.
- VETH, P. (1989). Islands in the Interior: a model for the colonisation of Australia's arid zone. *Archaeology in Oceania*, 24 (3), 81–92.
- VETH, P. (1993). Islands in the interior: the dynamics of prehistoric adaptations within the Arid Zone of Australia. Ann Arbor: International Monographs in Prehistory.
- WIESSNER, P. (1983). Style and social information in Kalahari San projectile points. *American Antiquity*, 48(2), 253–276.
- WILLIAMS, A., et al. (2013). Human refugia in Australia during the Last Glacial Maximum and terminal Pleistocene a geospatial analysis of the 25-12 ka Australian archaeological record. *Journal of archaeological science*, 40, 4612–4625.
- WINTERHALDER, B. y SMITH, E. A. (1992). Evolutionary ecology and the social sciences. *Evolutionary ecology and human behavior*, 3–23.
- YELLEN, J. (1977). Long Term Hunter-Gatherer Adaptation to Desert Environments: A Biogeographical Perspective. *World Archaeology*, 8 (3, Human Biogeography), 262–274.
- ZEDER, M. (2012). The domestication of animals. *Journal of Anthropological Research* 68, 11, 161-190.

EL AUTOR

Gustavo Lucero Licenciado en Historia con orientación en Arqueología (FFyL-UNCuyo). Doctor en Geografía. Profesor adjunto de la cátedra de Fotogeología y Teledetección, carrera de Geología, Facultad de Cs. Exactas y Naturales, UNCuyo. Integrante del Laboratorio de Paleoecología Humana, FCEN-UNCuyo. Miembro de la comisión evaluadora de la carrera de Postgrado en Geografía (FFyL-UNCuyo).

Es arqueólogo investigador en temáticas de distribución en ambientes de altura de los Andes Sur para las sociedades humanas que habitaron Mendoza, San Juan y Neuquén en los últimos 3000 años. Especialista en SIG como herramienta de modelado del paisaje en base información actualizada y como herramienta de análisis de base de datos arqueológicos.

Ha trabajado en diversos proyectos de impacto arqueológico en diferentes ambientes del país y en planes de manejo de parques y áreas naturales protegidas. Es autor de diversas publicaciones científicas indexadas nacionales e internacionales.

Correo: glucero18@gmail.com

Una aproximación a las semejanzas y diferencias entre propuestas metodológicas latinoamericanas para la evaluación de agroecosistemas desde el enfoque de la sustentabilidad

SIMILARITIES AND DIFFERENCES ON LATIN AMERICAN SUSTAINABILITY AGROECOSYSTEMS EVALUATIONS

Alejandro Javier Tonolli

Departamento de Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la
Universidad Nacional de Cuyo. IADIZA CCT Mendoza CONICET.

César Sergio Ferrer González

Doctorando en Estudios Sociales Agrarios. CEA-UNC.

Resumen:

El trabajo compara tres propuestas metodológicas de evaluación de agroecosistemas en clave de sustentabilidad que buscan superar el reduccionismo de los enfoques clásicos propuestos por la disciplina económica. Se realizó una revisión bibliográfica en los principales motores de búsqueda, identificando tres propuestas metodológicas de amplia difusión (Metodología para la Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad: MESMIS, Sistema Agroecológico Rápido de Evaluación de Calidad de Suelo y Sanidad de Cultivo: SARYC y Evaluación de Agroecosistemas Mediante Indicadores de

Sustentabilidad EAMIS) desarrolladas en Latinoamérica y se complementó la exploración mediante la búsqueda de artículos representativos de las mismas. Las propuestas con sus respectivos casos de aplicación se evaluaron mediante criterios temporales, escalares, conceptuales, etc. y se identificaron similitudes y diferencias en las mismas. Concluimos que si bien predominan las similitudes entre las propuestas, el abordaje conceptual y la participación son elementos de fuerte distinción entre el MESMIS y las demás propuestas. Por su parte el SARSyC se distingue por abordar solo aspectos ambientales de los agroecosistemas.

Palabras claves: Agroecosistemas, Metodologías de Evaluación, Indicadores de sustentabilidad, MESMIS.

Abstract

The work compares three methodological proposals of agroecosystems evaluation in terms of sustainability which seek to overcome the reductionism of classical ones proposed by economic discipline. A bibliographic review was made in the main search engines, identifying three methodological proposals widely spread (Methodology for the Evaluation of Management Systems incorporating Sustainability Indicators: MESMIS, Rapid Agroecological System for the Evaluation of Soil Quality and Crop Health: SARSyC and Agroecosystem Assessment Through EAMIS Sustainability Indicators: EAMIS), developed in Latin America and the exploration was complemented by the search of representative articles of them. The proposals with their respective application cases were evaluated using temporal, scalar, conceptual criteria, etc. and similarities and differences were identified in them. We conclude that although the similarities between the proposals predominate, the conceptual approach and participation are elements of strong distinction between the MESMIS and the other proposals. On the other hand, SARSyC is distinguished by addressing only environmental aspects of agroecosystems.

Keywords: Agroecosystems, Evaluation Methodologies, Sustainability Indicators, MESMIS.

INTRODUCCIÓN

La idea de monitorear, caracterizar o evaluar diferentes sistemas, ya sean productivos o no, ha sido un tema de gran desarrollo e interés a lo largo de la última parte del siglo XX y del presente siglo también. Durante ese camino ha sido principalmente la Economía, como disciplina académica, la que desde diferentes perspectivas: Clásica, Ambiental y Ecológica han abonado la discusión sobre las

formas de evaluar sistemas¹. Pero desde la aparición del término sustentabilidad (WCED, 1987), todas las perspectivas económicas y también otras disciplinas han confluído en realizar evaluaciones a través de indicadores de sustentabilidad.

En este sentido, y en forma inicial, se propusieron variables e indicadores que mostraban el estado, las tendencias o las respuestas, en términos de sustentabilidad, de los objetos de estudio (ej., agroecosistemas). Galván *et al.* (2008) muestran que en numerosas publicaciones: CIAT, 1998; MIDEPLAN, 1998; UNDSO, 2001; IISD, 2002 y Spangenberg *et al.*, 2002 se presentan una reunión desarticulada de indicadores elegidos o contruidos bajo criterios no muy claros y con una legitimidad discutible, además de no resultar aplicables a contextos diversos ni dejar en claro cuáles son relevantes y cuáles no lo son. Por todo ello, estas listas de indicadores aportaron pocos elementos globales para la planificación y la toma de decisiones.

Frente a estas críticas se avanzó en un desarrollo teórico de las características que debían tener los indicadores de sustentabilidad (De Camino y Muller, 1993,

1 La perspectiva de la Economía clásica propone, entre otras, metodologías basadas en el cálculo de indicadores tipo VAN, TIR o la relación ingresos brutos/costos brutos. A estas herramientas se les han realizado variadas críticas, entre las que se destaca el no contemplar las externalidades positivas o negativas de los procesos productivos, o que predominan los objetivos económicos por encima de las metas sociales o ambientales que deben contemplar dichos procesos (Sarandón, 2003-a). A partir de estas críticas, la Economía ambiental plantea, en términos generales, incluir las externalidades a la estructura de costos económicos y también de ingresos, concibiendo al ambiente como un bien de mercado apropiable, intercambiable y consumible. Pero bajo esta óptica, la Economía ambiental no ha logrado frenar el daño ambiental ni aún mejorar la equidad entre generaciones, como pretendía (Sutcliffe, 1995). Por su parte, la Economía ecológica entiende que los ecosistemas no sólo son proveedores de recursos naturales para la actividad económica, sino que cumplen funciones indispensables para la supervivencia de los seres vivos. De este modo, concibe que existen recursos y funciones ecosistémicas que no son renovables, y comprende a los procesos productivos como parte de un sistema económico abierto en un ecosistema mayor (la biósfera) regulado por las leyes de la termodinámica (Daly, 2007 y Martínez Alier y Roca Jusmet, 2000). Es decir que el sistema económico debe estar subordinado a la sociedad y a las limitantes de la biósfera (León Sicard, 2009). Por lo tanto, el crecimiento deberá estar fundado en cuestiones biofísicas y no puramente económicas (Naredo, 1996).

Sarandón, 2003-b y Nahed, 2008) y en las formas de agregar o sintetizar la información de los indicadores en un solo valor numérico, denominado índice de sustentabilidad (Taylor *et al.*, 1993; Harrington *et al.*, 1994; Prescott-Allen, 2001; Sutton, 2003 y Esty *et al.*, 2005 citados en Galván *et al.*, 2008). Pero aún así, los indicadores aparecían como desconectados entre sí y sin categorías o aspectos conceptuales que los contuvieran o contextualizaran. Por ello, y posteriormente, se avanzó en obtener los indicadores desde atributos deseables de los sistemas productivos o desde determinados objetivos de sustentabilidad como forma de articularlos y darles conceptualización. Esto si bien constituyó un avance respecto a la forma de obtener indicadores, las críticas sobre el procedimiento lógico e integral de evaluación de sustentabilidad seguían estando presentes (Tonolli, 2018). Estas experiencias dieron origen a diferentes metodologías de evaluación de sustentabilidad que otorgan una estructura de pasos lógicos para que un actor social determinado pueda caracterizar o evaluar integral y globalmente, mediante indicadores de sustentabilidad, la estructura y la dinámica de los sistemas productivos contemplando la situación espacial, temporal y socio-económica que los contiene.

Estas propuestas han sido analizadas por la academia, tanto en su fase conceptual como en su fase aplicada. En este sentido, Galván *et al.* (2008) analizan comparativamente doce metodologías de evaluación de sustentabilidad que incluyen un amplio espectro de objetos de estudio en diferentes escalas (ciudades, sistemas productivos de tipo industrial y de tipo agrícola) y concluyen con recomendaciones prácticas sobre los elementos que debería incorporar una metodología de evaluación. Asimismo, Gutiérrez Cedillo (2006), Tolón Becerra *et al.* (2007a), Nahed (2008) y Toro *et al.* (2010) realizan reflexiones metodológicas sobre las herramientas para realizar evaluaciones y sobre las características que deben tener los indicadores. Por último, tanto Schindler *et al.* (2015) y De Olde *et al.* (2016) revisan un conjunto de marcos de evaluación de sustentabilidad. En el primer trabajo los autores analizan las propuestas como herramientas para la toma de decisiones en forma previa a una intervención y el segundo observa los requisitos prácticos, los procedimientos y la complejidad involucrada en la aplicación de las propuestas a través de sus usos en casos empíricos.

El conjunto de trabajos mencionados reflejan parte del estado del arte sobre las propuestas para evaluar los agroecosistemas desde el concepto de sustentabilidad, pero ninguno de ellos aborda comparativamente las propuestas desarrolladas desde Latinoamérica. Dichas propuestas metodológicas disponen de desarrollos conceptuales, y también de un recorrido en la aplicación de las mismas, que merecen ser analizadas en pos de encontrar semejanzas y diferencias entre ellas para que los usuarios de estas metodologías puedan contar con una caracterización, una identificación de particularidades y con estas herramientas poder seleccionar las más convenientes para sus objetivos de trabajo. Por ello, en este trabajo se tomó como objeto de estudio a dichas metodologías y se analizó comparativamente tres propuestas de amplia difusión en Latinoamérica: 1- Metodología para la Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), 2- Sistema Agroecológico Rápido de Evaluación de Calidad de Suelo y Sanidad de Cultivo (SARSyC) y 3- Evaluación de Agroecosistemas Mediante Indicadores de Sustentabilidad (EAMIS), en cuanto a categorías seleccionadas y emergentes que permitió describir las características de cada una de ellas, así como las similitudes y las diferencias.

RECORRIDO METODOLÓGICO

El presente trabajo se desarrolló desde la base de los aportes obtenidos en talleres de discusión con investigadores del área agroecológica de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo sobre la temática “metodologías de evaluación de agroecosistemas”. Luego de una exhaustiva búsqueda bibliográfica en buscadores académicos (Scopus, Scielo, Dialnet y Google académico) se identificaron, mediante lectura de más de 83 resúmenes y búsqueda del origen geográfico de los autores, seis metodologías propuestas por autores o grupo de autores Latinoamericanos. Sobre estas metodologías se buscaron trabajos de aplicación de las mismas y se seleccionaron aquellas metodologías que más casos de aplicación disponían, considerándolas con este parámetros, propuestas de amplia difusión. Como resultado de este proceso se seleccionaron tres metodologías de evaluación de agroecosistemas: 1- MESMIS, 2- SARSyC y 3- EAMIS. Para cada una de estas metodologías se observó el artículo donde se desarrolla conceptualmente la metodología: Masera *et al.* (1999), Pérez (2010) y Sarandón (2003-b) en forma

respectiva y los artículos de aplicación representativos de las mismas (Tabla anexa).

El conjunto de artículos se distribuyó entre los investigadores participantes y se estableció el siguiente objetivo común para homogeneizar los criterios de análisis: Establecer semejanzas y diferencias en cuanto a²: secuencia de pasos, tipo de evaluación (*per se* o comparativa), escala espacial (predial o regional), enfoque temporal (sincrónico, diacrónico o ciclos), énfasis en las diferentes áreas de evaluación (ambiental y/o social y/o, económico), momento de evaluación (*ex-post* y/o *ex-ante*), usuarios (investigadores y/o extensionistas y/o instituciones y/u organizaciones), participación (*Botton-up* o *Top-down*), abordaje conceptual (definición u objetivos o atributos), procesamiento e integración de indicadores y argumentación y definición de indicadores. Seguidamente los textos se analizaron en forma colectiva mediante una serie de talleres donde se debatieron los resultados para el objetivo propuesto y se esbozaron las principales conclusiones que se expresan en el presente trabajo.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La propuesta metodológica MESMIS ha sido desarrollada por Masera *et al.* (1999) como una herramienta para evaluar la sustentabilidad de sistemas de manejo de recursos naturales con énfasis en el contexto de productores campesinos y en el ámbito local. Es una propuesta que busca entender las limitantes y posibilidades para la sustentabilidad de los sistemas de manejo que surgen de la intersección de procesos ambientales con el ámbito social y económico. El SARSyC es una propuesta de Altieri y Nicholls (2002) para evaluar aspectos de calidad suelo y de sanidad de cultivo desde una perspectiva de la sustentabilidad. Posteriormente dicha propuesta ha sido complementada y desarrollada con mayor profundidad por Pérez (2010). Finalmente, la propuesta EAMIS ha sido desarrollada por Sarandón (2003-b) y consiste en una serie de pasos conducentes a identificar los puntos críticos de la sustentabilidad de los agroecosistemas mediante la

2 Algunas de estas categorías fueron establecidas en forma predeterminadas y otras emergieron de una observación preliminar de los trabajos.

construcción y el uso de indicadores adecuados. Las secuencias de pasos de cada una de las propuestas metodológicas mencionadas se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Secuencias de pasos en las metodologías de evaluación de agroecosistemas.

SECUENCIA DE PASOS DE LAS METODOLOGIAS DE EVALUACION DE AGROECOSISTEMAS ANALIZADAS
1-MESMIS
<p>1- Determinación y caracterización del objeto de estudio. Se establece la escala espacial y temporal de la evaluación. Se describen los componentes biofísicos del sistema, los insumos requeridos, los productos extraídos y el tipo de manejo que realizan. Además se describen las características socioeconómicas de los actores responsables del manejo del sistema, el nivel y tipo de organización y los elementos contextuales que pueden estar actuando. Se propone realizar un diagrama que sintetiza la información nombrada.</p> <p>2- A partir de atributos deseables de un sistema (productividad, adaptabilidad, estabilidad y resiliencia, equidad, autogestión) se establecen puntos críticos del sistema para esos atributos y se postulan los criterios de diagnóstico.</p> <p>3- A partir de los puntos críticos distinguidos y los criterios de diagnósticos establecidos, se construyen o seleccionan indicadores y se los vincula con una dimensión de análisis.</p> <p>4- Medición y monitoreo (de ser necesario) de los indicadores.</p> <p>5- Presentación e integración de resultados.</p> <p>6- Conclusiones y recomendaciones. Una valoración general que permita comparar y luego un rescate de los aspectos principales o sobre salientes.</p>

2-SARSyC

- 1- Planificación General: Se verifica que el proceso del trabajo esté realizado e incorporado.
- 2- Caracterización General: Se define el contexto geográfico, nivel de aptitud general, grupos de fincas similares, mapa general.
- 3- Objetivos: Los productores identifican y determinan los objetivos de la aplicación de la metodología.
- 4- Definición del tipo de evaluación: Se acuerda hacer una evaluación puntual, dinámica, individual o comparativa.
- 5- Selección de Indicadores: Se seleccionan los indicadores más pertinentes, se escogen las técnicas de medición.
- 6- Ajuste de las clases descriptivas: Se ajustan las clases descriptivas y los rangos de evaluación teniendo en cuenta particularidades de los usos agrícolas de la zona.
- 7- Caracterización de la Finca: Se toman los datos básicos, se hace un croquis de la finca, se escoge la zona de muestreo, se anotan los manejos y otras características generales.
- 8- Evaluación de los Indicadores: Se evalúan los indicadores según los rangos seleccionados, en zona de muestreo escogida y en el número de repeticiones estimadas.
- 9- Selección de alternativas de manejo y monitoreo: De acuerdo a los resultados obtenidos analizar y seleccionar las alternativas de manejo y de monitoreo estimadas para mejorar la gestión.
- 10- Análisis y presentación de resultados: Se realizan las sumas de las mediciones, se interpretan las debilidades y fortalezas, se acuerda la forma de presentar y se realiza la presentación de resultados.

3- EAMIS

- 1- Establecimiento de una definición de sustentabilidad y condiciones necesarias para lograrlo.
- 2- Definición de objetivos de la evaluación.
- 3- Definición de la escala espacial y temporal.
- 4- Desarrollo de los indicadores, derivados de los atributos de sustentabilidad.
- 5- Estandarización y ponderación de los indicadores: un paso necesario. Evaluar la dificultad de obtención, su confiabilidad y pertinencia.
- 6- Obtención de la información, toma de datos y cálculo de indicadores.
- 7- Representación de los indicadores.
- 8- Evaluación de la sustentabilidad de los agroecosistemas considerados.
- 9- Propuesta de medidas alternativas.
- 10- Evaluación del impacto que esta nueva propuesta tendría sobre la sustentabilidad del sistema.
- 11- Evaluación de los puntos críticos.

El conjunto de metodologías presentadas en la mencionada Tabla busca analizar en agroecosistemas cómo se comportan indicadores seleccionados, ya sea en términos generales o en función de una determinada variable (ej. manejo de suelo). Se observa que las tres propuestas metodológicas presentan cuatro grandes fases para analizar de manera integral los agroecosistemas: 1- caracterización general del/los agroecosistema/s; 2- construcción y selección de indicadores; 3- observación/medición de los indicadores seleccionados y 4- interpretación de resultado y conclusiones.

En términos generales, se puede mencionar que la EAMIS y el SARSyC incluyen mayor cantidad de pasos que el MESMIS. Pero todas las propuestas plantean la necesidad de seguir paso por paso la metodología como una forma lógica, conducente y plausible de obtener resultados completos, fiables y rigurosos. No obstante, no todas las propuestas desarrollan de igual modo la forma de proceder en cada uno de los pasos. Así, el SARSyC desarrolla en cada etapa una argumentación y una explicación detallada de los diferentes escenarios posibles y de la forma de procesar los datos para que los usuarios puedan aplicar el marco sin mayores inconvenientes. En tanto, las propuestas MESMIS como la EAMIS otorgan una orientación amplia sobre la forma de proceder, los niveles de información y otorgan la posibilidad de ajustar las capacidades técnicas a las disponibilidades locales.

Producto de la observación de los casos en que se aplicaron las propuestas metodológicas se menciona que son estudios de casos de tipo semicuantitativos. Es decir, se utilizan variables cualitativas y cuantitativas para dar cuenta de una situación o proceso determinado. Además, por tratarse de estudios de casos, sus resultados tienen un limitado poder de generalización Tabla 2.

Tabla 2: Características de las propuestas de evaluación de agroecosistemas observadas

Propuesta	MESMIS		SARSyC		EAMIS	
	Propuesta conceptual	Casos de aplicación	Propuesta conceptual	Casos de aplicación	Propuesta conceptual	Casos de aplicación
Tipo de evaluación	Preferentemente comparativa	Mayormente comparativo. Un caso <i>per se</i>	Preferentemente comparativa	Todos los casos son comparativos.	<i>Per se</i> o comparativa	Todos los casos son comparativos.
Escala espacial	Parcela - región	Mayoritariamente predial	Predial - región	Mayoritariamente predial y un caso regional	Parcela - región	Mayoritariamente predial
Enfoque temporal	Sin preferencia. Ciclos de evaluación	Mayormente sincrónico, un solo caso de tipo diacrónico. Sin casos con ciclos de evaluación	Sin preferencia	Sincrónico	Sincrónico o diacrónico	Mayormente sincrónico, un solo caso de tipo diacrónico
Énfasis en las áreas de evaluación	Ambiental social y económica	Mayoritariamente ambiental, social y económica. En menor medida solo ambiental	Ambiental	Ambiental	Ambiental social y económica	Mayoritariamente ambiental, social y económica. En menor medida solo ambiental o solo social
Momento de evaluación	Ex - pos	Ex – post	Ex – post	Ex - post	Ex - post	Ex - post
Usuarios	Investigadores, extensionistas, instituciones y organizaciones	Investigadores e instituciones	Investigadores, extensionistas, instituciones y organizaciones	Investigadores	Investigadores, extensionistas, instituciones y organizaciones	Investigadores
Participación	Preferentemente <i>Bottom – up</i>	Mayormente <i>Top – down</i> (instrumental) en menor medida <i>Bottom – up</i> (participativo)	Top - down	<i>Top – down</i> (instrumental) y un caso <i>Botton – Up</i> (participativo)	Top - down	<i>Top – down</i> (instrumental)
Abordaje conceptual	Sistémico orientado por atributos	Abordaje sistémico e integral orientado por atributos	Orientado por objetivos	Orientado por objetivos	Integral orientado por una definición de sustentabilidad y desde cada dimensión de análisis	Integral orientado por una definición de sustentabilidad y desde cada dimensión de análisis
Integración de indicadores	Integración simple y gráficas	Mayormente por gráfico o por integración y gráfico. En menor medida solo integración simple	Integración simple y gráficas	Integración simple y gráficas	Integración simple y gráficas	Mayormente por integración simple y gráfico o solo integración simple. En menor medida, solo gráfica

TIPO DE EVALUACIÓN

Las propuestas de evaluación de agroecosistemas pueden ser implementadas para observar un agroecosistema o más de uno. Cuando se evalúa uno solo (*per se*) se lo compara con valores ideales, umbrales, medios u óptimos a definir. Por su parte, cuando se evalúa más de un agroecosistema (comparativa) se comparan entre sí en un momento determinado o a lo largo del tiempo, y pueden, o no, estar acompañados de un análisis en relación con valores ideales, umbrales, medios u óptimos a definir. Resulta oportuno mencionar que un análisis comparativo entre agroecosistemas otorga la posibilidad de realizar análisis relativos y evita el establecimiento de valores umbrales o límites que pueden ser difíciles de establecer o terminan siendo arbitrarios.

A excepción de la propuesta EAMIS que explica con claridad la posibilidad de realizar evaluaciones *per se* o comparativas, el resto de los marcos de evaluación desarrollan sus propuestas bajo la idea de comparar agroecosistemas, pero ninguna de las propuestas impide realizar cualquier tipo de evaluación, solo que cada una tiene ciertas exigencias, ventajas y desventajas que el evaluador deberá tener presente al momento de aplicarlas. Para los casos de estudio observados, se visualiza que la mayoría de las aplicaciones de las propuestas realizan evaluaciones de tipo comparativa y en mucha menor medida *per se*, como los artículos de Gutiérrez Cedillo *et al.* (2008) y Gutiérrez Cedillo *et al.* (2011).

ESCALA ESPACIAL

Las propuestas de evaluación pueden ser aplicadas a cualquier escala espacial ya que ellas dependen del objeto de estudio. Se observa que la mayoría de los casos de aplicación de las propuestas estudiadas han sido referidas a escala predial, excepto un caso del SARSyC (Rodríguez Barrientos, 2006) que fue aplicado a escala regional.

ENFOQUE TEMPORAL

Según Cáceres (2008) las evaluaciones de agroecosistemas pueden ser implementadas bajo un enfoque de tipo sincrónico (conjunto de atributos observados en un tiempo determinado) o diacrónico (conjunto de atributos

observados en más de un tiempo determinado) en sus modalidades retrospectiva o prospectiva. Independientemente de las ventajas y desventajas de uno u otro abordaje, el autor sugiere considerar la disponibilidad de datos y el tiempo necesario para realizar el estudio como forma de decidir con argumentos qué enfoque implementar.

La propuesta EAMIS explica con claridad la posibilidad de implementar la metodología con un enfoque sincrónico o con un enfoque diacrónico, en cualquiera de sus modalidades (retrospectiva o prospectiva). No así el SARSyC que no sugiere ningún enfoque temporal. Por su parte, el MESMIS postula la necesidad de realizar ciclos de observación para que el proceso de análisis y retroalimentación sea completo y permita el ajuste del sistema según los resultados obtenidos³. Debido a esto, el MESMIS no discrimina entre un enfoque sincrónico y uno diacrónico, pero no impide, al igual que las otras metodologías, la implementación de uno u otro enfoque.

Los casos de aplicación observados muestran una clara preponderancia del enfoque sincrónico sobre el diacrónico (aplicado solo en los siguientes casos: Salminis *et al.*, 2007 y Flores y Sarandón, 2015), a pesar de que este último enfoque presenta como ventaja la posibilidad de observar trayectorias y con ello evitar miradas circunstanciales (Cáceres, 2005).

ÉNFASIS EN LAS ÁREAS DE EVALUACIÓN

Esta categoría se refiere a las áreas de evaluación que contempla cada metodología (económica, social, cultural, ambiental e institucional) y al énfasis o preferencias que tienen por cada una de ellas. Galván *et al.* (2008) manifiestan que, en general, las propuestas de evaluación de sustentabilidad se centran más en los aspectos económicos y ambientales. No obstante otras propuestas parten

3 La propuesta MESMIS explicita la necesidad de realizar ciclos de evaluación para evitar una calificación de los sistemas de manejo en escalas de sustentabilidad. En cambio el resto de las propuestas, según los resultados obtenidos, trazan la posibilidad de replantear los indicadores y esbozar correcciones o monitorear los puntos críticos identificados.

desde una perspectiva esencialmente social (PICABUE: Mitchell *et al.*, 1995) y otras se apoyan en soluciones tecnológicas e institucionales (PER: OECD, 1993).

De las propuestas observadas, el MESMIS y la EAMIS manifiestan en su aspecto conceptual la necesidad de trabajar en todas las áreas (ambiental, social y económica), sin descartar la incorporación de aspectos institucionales. Por su parte, la propuesta SARSyC presenta una posición clara hacia la dimensión ambiental y sobre todo a los aspectos claves en materia de producción agrícola (calidad de suelo y sanidad de cultivo). El énfasis descripto para cada una de las propuestas, presenta correspondencia con los respectivos casos de aplicación observados.

MOMENTOS DE EVALUACIÓN

Con esta categoría se observa si las propuestas de evaluación de agroecosistemas están pensadas para ser implementadas luego de una o más intervenciones sobre el agroecosistema (*ex - post*) o si están pensadas para ser implementadas antes de una intervención (*ex-ante*).

Todas las propuestas analizadas están pensadas para evaluar sistemas de manejo tras la implementación de una o más intervenciones (evaluaciones *ex-post*). Sin embargo, estas propuestas no son incompatibles con evaluaciones *ex-ante* ya que tienen la ventaja de evaluar alternativas potenciales de manejo o intervención antes de su implementación como detallan Schindler *et al.* (2015) en su trabajo.

USUARIOS

La categoría usuarios se refiere a aquellos actores que utilizan las propuestas metodológicas de evaluación de agroecosistemas para obtener resultados. Se considera que de acuerdo con el objetivo que se propongan lograr con la implementación de la metodología, se definirán los ejecutores. Así, en caso de querer obtener un trabajo orientativo sobre los puntos críticos o sobre un estado general del agroecosistema, una evaluación realizada por los mismos productores con o sin la supervisión de algún profesional puede resultar suficiente. Pero si lo que se busca es poder responder a una hipótesis en forma rigurosa con ánimo de lograr una publicación científica, indefectiblemente serán los investigadores los

que deberán ejecutar la metodología, con un tratamiento de la participación que logre la mayor veracidad en la información recabada.

Si bien todas las propuestas de evaluación de agroecosistemas postulan que pueden ser implementadas por un amplio espectro de actores sociales (campesinos, empresas, investigadores, extensionistas, organizaciones, etc.) se observa que el MESMIS ha sido implementado por investigadores en los casos de aplicación presentados por Aguilar-Jiménez *et al.* (2011), Castillo Rodríguez *et al.* (2012), Priego – Castillo *et al.* (2009), Silva Laya y Pérez Martínez (2010) y Spiaggi y Ottmann (2010), por instituciones en los casos presentados por Gutiérrez Cedillo *et al.* (2008), Gutiérrez Cedillo *et al.* (2011) y Salminis *et al.* (2007) y en menor medida por extensionistas/ investigadores en el caso de aplicación presentado por Masera y López Ridaura (2000). Por su parte, las propuestas EAMIS y SARSyC han sido ejecutadas exclusivamente por investigadores.

En función de los trabajos de aplicación observados en el presente artículo y de los resultados presentados, se manifiesta que las propuestas metodológicas analizadas han sido implementadas mayoritariamente con propósitos de investigación científica y en menor medida como herramienta práctica de intervención rural o de gestión.

PARTICIPACIÓN

Tolón Becerra *et al.* (2007-b) abordan la selección y la construcción de los indicadores desde dos enfoques: 1- *Top-down* (de arriba hacia abajo): en el que los indicadores son definidos por un panel de expertos, aunque el proceso puede involucrar otros actores sociales menos especializados; y 2- *botton-up* (de abajo hacia arriba): en el que los indicadores son definidos por los actores involucrados (ej. productores). Ambos enfoques pueden ser vinculados con el término participación, tanto en cantidad como en calidad. En este sentido y contemplado los aportes de Pretty (1999)⁴, resulta plausible relacionar el enfoque *Top-down* con

4 Pretty (1999) propone la siguiente tipología de participación. Una participación será de tipo “instrumental” cuando los actores involucrados con el agroecosistema solo aportan los datos o referencias necesarias para la evaluación; una participación será de tipo “populista”

una contribución de tipo instrumental y el enfoque *Botton-up* con una contribución de tipo “participativa”, quedando las contribuciones críticas, sólo para los casos en que los actores involucrados con el agroecosistema sean los usuarios del marco e implementen un enfoque *Botton-up*. Por último, resulta importante destacar que cada enfoque y cada tipo de participación también pueden estar asociados a distintos niveles de empoderamiento (Farrington *et al.*, 1993). Así un enfoque *Botton-up* involucra mayor empoderamiento que un enfoque *Top-down*.

Se visualiza que en su propuesta conceptual, el MESMIS y el SARSyC realizan un esfuerzo explícito por lograr una participación populista o de tipo crítica, por ello propone ser una herramienta de empoderamiento de los actores involucrados en los sistemas productivos. Sin embargo, no descarta utilizar el método bajo un enfoque *Top-down*. Es decir, con una participación de tipo instrumental como la implementada por los siguientes trabajos: Aguirre y Chiappe (2009), Castillo Rodríguez *et al.* (2012), Gutiérrez Cedillo *et al.* (2008), Gutiérrez Cedillo *et al.* (2011), Salminis *et al.* (2007), Spiaggi y Ottmann (2010), Merma y Julca (2012) y Rodríguez Barrientos (2006). Por su parte, los trabajos de Aguilar-Jiménez *et al.* (2011), Brunett Pérez *et al.* (2005), Priego – Castillo *et al.* (2009), Silva Laya y Pérez Martínez (2010), Masera y López Ridaura (2000) y Altieri y Nicholls (2002) también presentan un enfoque *top-down*, pero con aristas de una participación de tipo populista.

En la propuesta conceptual EAMIS no está explicitada la preferencia por uno u otro enfoque, ni por algún tipo de participación, por lo cual su aplicación es pasible de ser realizada de diversos modos. En los casos de aplicación de esta propuesta se observa un uso mayoritario del enfoque *top-down* con una participación de tipo instrumental, excepto el trabajo de Flores y Sarandón (2015) en el que se observa una participación de tipo populista.

cuando, sumado a lo anterior, dichos actores forman parte de la elaboración de los indicadores, índices y conclusiones; y finalmente, una participación será de tipo “crítica” cuando además de lo relatado, los actores elijen donde, para qué y cómo utilizar las metodologías de evaluación.

ABORDAJE CONCEPTUAL

Como se dijo antes, la idea de estudiar agroecosistemas en forma integral combinando diferentes dimensiones de análisis (social, ambiental y económico), ha pasado desde la propuesta de indicadores aislados para cada dimensión a la construcción de secuencias de pasos para realizar una evaluación global. Las primeras propuestas desarrolladas continuaron desprendiendo los indicadores desde las diferentes dimensiones pero no contemplaban la posibilidad de establecer objetivos, atributos o posible definición de sustentabilidad para el sistema en observación. De este modo se distinguen tres tipos principales de abordajes conceptuales: 1- basado en las dimensiones de la sustentabilidad; 2- basado en definiciones de sustentabilidad u objetivos para lograrlas y 3- sistémico.

Como ya se mencionó el primer abordaje establece las dimensiones de la sustentabilidad y desde las mismas construye o selecciona los indicadores. Con el objeto de lograr mayor claridad y objetividad, el segundo abordaje se centra en aspectos generales que deben cumplir los sistemas de manejo para ser sustentables. Es decir, operacionalizan el concepto de sustentabilidad mediante su definición y, según exigencias y criterios de la misma, establecen objetivos y/o propósitos por dimensión, para desde allí desprender los indicadores. En este abordaje, el objetivo o definición refleja los deseos, las aspiraciones o las expectativas que deben satisfacer los agroecosistemas y marca una orientación en cuanto a procedimiento, pero solo analiza los sistemas a través de una sumatoria de aspectos generales y poco relacionados entre ellos (por ejemplo: conservación de biodiversidad y recursos, rendimientos, viabilidad económica, eficiencias, seguridad, equidad intra e intergeneracional). Si bien un abordaje desde objetivos permite saber qué sistema es preferido, solo es válido para un momento determinado y para los objetivos elegidos. Por ello, limita el abordaje de aspectos dinámicos de los sistemas productivos y con esto, la interpretación de lo que está sucediendo.

Por su parte el abordaje sistémico se centra en el funcionamiento del agroecosistema e identifica propiedades emergentes y relaciones entre atributos de sustentabilidad. Cabe destacar que el establecimiento de los atributos requiere de un conocimiento profundo del funcionamiento y los propósitos del

agroecosistema, y potencialmente un debate sobre cuáles atributos considerar. De este modo, un abordaje sistémico, además de lograr una buena orientación en términos de procedimiento permite centrar las evaluaciones en las propiedades emergentes de los sistemas de manejo y en las interacciones que surgen de procesos sociales, económicos y ambientales, lo cual aporta profundidad y homogeneidad conceptual.

Se observa que la propuesta SARSyC parte de objetivos propuestos para la implementación de la metodología y para la sustentabilidad del sistema productivo. Por su parte la propuesta EAMIS se asemeja a este, ya que propone construir una definición de sustentabilidad y establecer una orientación sobre cómo lograrla. Por último, el MESMIS analiza al sistema productivo justamente como un sistema por tanto, se centra en el estudio de aspectos funcionales del mismo o propiedades emergentes que denomina atributos. Estos atributos son planteados conceptualmente por la misma metodología⁵ y propone derivar los indicadores desde estos atributos. Luego ubica los indicadores dentro de las dimensiones de la sustentabilidad, como forma de explicitar un análisis integral de la misma.

Los casos de aplicación observados para las propuestas analizadas operan en forma correspondiente con los abordajes conceptuales que cada una ellas establece.

PROCESAMIENTO E INTEGRACIÓN DE INDICADORES

El procesamiento de los indicadores puede resultar en: 1- valores aislados de los indicadores; 2- representaciones gráficas; 3- integración de indicadores y 4- modelos. El primer tipo de procesamiento ha sido el de mayor uso por su simpleza, ya que compara el valor obtenido por el indicador con un valor de referencia, medio, modal o de otro agroecosistema. Una propuesta complementaria e integradora, radica en la gráfica tipo ameba, cuya ventaja es poder interpretar en

⁵ Cabe destacar que trabajar con atributos ya determinados limita u oculta otros atributos y por ende ciertos indicadores que pueden resultar de interés. Esta característica le otorga rigidez a la propuesta metodológica.

un mismo plano los valores obtenidos en los diferentes indicadores, pero resulta dificultoso su uso en análisis diacrónicos. Si bien con los índices se logra simpleza interpretativa, como contrapartida se puede perder información de utilidad en el proceso de construcción. Además, la integración mediante la agregación de indicadores puede constituir un paso crítico debido a que deben estar explícitos y argumentados los criterios de agregación que demuestren la no arbitrariedad en sus pesos relativos, en los factores de corrección⁶ y en las formas de agregación (Astier *et al.*, 2008). El último punto mencionado junto a que si los indicadores y los umbrales seleccionados no son sólidamente argumentados, aportan elementos para catalogar al proceso de trabajo como de alta subjetividad, y por tanto susceptibles de ser utilizado para intereses particulares. Por último, el procesamiento mediante modelos permite mostrar la dinámica de los sistemas y evaluar las consecuencias de las diferentes intervenciones en el tiempo pero, resulta difícil de implementar y de ajustar. Cabe destacar que estos tres últimos tipos de procesamiento involucran, necesariamente, realizar una estandarización⁷

6 En algunos trabajos (Cáceres 2008) se aplican Factores de Corrección a los indicadores, como forma de ajustar los mismos a las características socio ambientales, pero se debe prestar especial atención de que estos factores no sean una forma encubierta de ponderar indicadores ni índices.

7 La estandarización es un procedimiento necesario para homogeneizar información de diversa índole y consiste en la construcción de una escala arbitraria que permita relacionar el valor observado –real- para cada variable o indicador existente en cada dimensión con valores adimensionales. De este modo se garantiza una correcta y comparable expresión de la sensibilidad de cada variable. Comúnmente las variables tienen una relación conceptual directa o indirecta con el proceso que se está observando, pero aparecen otros casos en que la relación puede ser de tipo umbral, de saturación u óptima (En ejemplo de respuesta umbral se presenta en el indicador “existencias ganaderas”, en el sentido de que una mayor cantidad de existencias ganaderas les otorga a los productores la posibilidad de cubrir las necesidades de autoabastecimiento y les deja margen para la comercialización como forma de lograr un ingreso monetario. No obstante dicha lógica de comportamiento es válida hasta un valor umbral, donde por encima del mismo la potencialidad productiva puede verse afectada por el sobre pastoreo de los animales involucrados.) Debido a esto, se debe estudiar el comportamiento de cada variable y establecer un procedimiento matemático de homogeneización acorde.

de los valores obtenidos y ubicar los mismos en una escala arbitraria de valores adimensionales para que sean comparables.

Todas las propuestas observadas manifiestan la necesidad de agregar de algún modo los indicadores. Concretamente la EAMIS y el SARSyC propone agregarlos por medio de operaciones matemáticas simples acompañado de una agregación gráfica (gráfico tipo AMEBA o Tela araña). Por su parte el MESMIS otorga alternativas de agregación gráfica, de integración simple o de integración compleja.

En los casos observados en que se aplicó el MESMIS predominó la agregación mediante gráficos e integración matemática simple como en los artículos de Aguirre y Chiappe (2009), Díaz y Valencia (2010), Priego- Castillo *et al.* (2009) y Silva Laya y Pérez Martínez (2010) o solamente gráficos como en los artículos de Brunett Pérez *et al.* (2005) Salminis *et al.* (2007) y Spiaggi y Ottmann (2010). Por su parte, los casos en que se aplicó el marco EAMIS predominó la agregación por medio de integración matemática y gráfica como en los trabajos de Dellepiane y Sarandón (2008), Flores y Sarandón (2015) y Sarandón *et al.* (2006) o solo integración matemática como en los artículos de Abbona *et al.* (2006) y Marquéz y Julca (2015).

ARGUMENTACIÓN Y DEFINICIÓN DE INDICADORES

Las características que deben tener los indicadores han sido desarrolladas por varios autores, entre los que se destacan de Camino y Müller (1993) y Sarandón (2003-b). Ellos coinciden en que un indicador es una variable factible de ser observada o medida, tanto en forma cuantitativa como cualitativa, que actúa funcionalmente a nuestros propósitos de observación y que muestra en forma fidedigna lo que está sucediendo en un sistema. Asimismo aconsejan que al momento de seleccionar un indicador se preste atención a ciertas características, entre las que se destacan: 1- estar vinculados a la sostenibilidad del sistema; 2- ser fáciles de medir; 3- ser tangibles; 4- ser de recolección fácil y no costosa; 5- ser repetibles en el tiempo y 6- ser sensibles a los cambios. Pero, no marcan la necesidad de que los indicadores deben estar relacionados con la variable independiente que se quiere observar, así como tampoco la necesidad de

presentar una sólida argumentación y explicación de sus usos y de las unidades de medida.

La primera necesidad se refiere, por ejemplo, a que si se observa tipos de manejo como variable independiente, resulta compleja, pero no imposible, su vinculación directa con el indicador “grados de participación de la mujer” o con el indicador “hijos que saben leer y escribir” (Priego Castillo *et al.*, 2009). Es decir, algunos indicadores mostrarán características del agroecosistemas donde se está llevando adelante un determinado manejo, pero no necesariamente será consecuencia de ese manejo. Debido a esto, surge la necesidad de realizar completas y rigurosas definiciones conceptuales⁸ y empíricas⁹ de los indicadores¹⁰ para lograr acertadas interpretaciones de sus resultados y para establecer si corresponde, o no, incluir esos indicadores en los procesos de agregación.

Todos los casos de aplicación analizados establecen la importancia de los indicadores, así como los posibles valores que pueden tomar y la vinculación con una de las dimensiones de análisis, pero solo los trabajos de Castillo Priego *et al.* (2009), Gutiérrez Cedillo *et al.* (2008), Salminis *et al.* (2007), Dellepiane y Sarandón (2008), Márquez y Jukca (2015) y Sarandón *et al.* (2006) avanza en la argumentación y definición de dichos indicadores. Los restantes casos de aplicación carecen de este aspecto. Además se observa que los indicadores menos trabajados son los sociales y económicos, y esto puede estar relacionado con que los impulsores de estas metodologías son actores sociales de formación predominante en ciencias biológicas. Con ello se quiere decir que esta formación

8 La definición conceptual es necesaria para unir el estudio a las teorías y las definiciones operacionales que son esenciales para poder llevar a cabo cualquier investigación, ya que los datos deben ser recopilados en términos de hechos observables o medidas.

9 La definición empírica anuncia como se va a observar o medir el concepto en el medio real o en la empiria

10 La fundamentación o argumentación de los indicadores implica un esfuerzo intelectual sobre si es apropiado el indicador para observar determinado proceso, si se ajusta a las condiciones socioeconómicas y ambientales imperantes y si tiene poder explicativo en sus resultados. Asimismo si realizamos este proceso acompañado de un marco teórico sólido, nos permite obtener herramientas interpretativas para el análisis de los datos y la elaboración de conclusiones.

de base orienta de mejor modo para la selección/construcción de indicadores ambientales que sociales y económicos.

CONCLUSION: SÍNTESIS COMPARATIVA

Las propuestas de evaluación de agroecosistemas observadas ofrecen un marco lógico para su estudio y comparación y, constituyen un avance en los esfuerzos por operativizar el concepto de sustentabilidad. A su vez, dos de estas propuestas (MESMIS y EAMIS) avanzan en la idea de trabajar en forma paralela e interactiva las dimensiones sociales, económicas y ambientales.

Las propuestas analizadas son metodologías que permiten comparar un agroecosistema con valores de referencia, consigo mismo a través del tiempo o comparar varios agroecosistemas en un tiempo o en más de un tiempo, ya sea con propósitos de caracterización o de establecer diferencias entre manejos o criterios de producción, en términos de sustentabilidad. También se observa que estas metodologías son más utilizadas para diagnóstico e investigación que como herramienta de intervención rural e investigación – acción participativa.

En términos cuantitativos y para las categorías observadas en el presente trabajo, las propuestas presentan, tanto en su faceta conceptual como empírica, más similitudes que diferencias. Entre las similitudes se destaca la presencia de cuatro grandes fases para analizar de manera integral los agroecosistemas y que requieren la aplicación de cada uno de los pasos establecidos.

También como similitud, salvo en aislados casos de aplicación, predominan las evaluaciones de tipo comparativas, en escala espaciales de tipo predial, con análisis temporales de tipo sincrónico y realizadas en forma posterior a una intervención o práctica sobre el agroecosistemas; siendo los investigadores los principales usuarios de estas herramientas que logran estudios de caso de tipo semicuantitativos.

Las categorías “participación” y “abordaje conceptual” muestran diferencias entre la propuesta MESMIS y las otras metodologías. En este sentido, la propuesta MESMIS pone mayor énfasis o esfuerzo en generar la participación de diversos actores y en lograr un abordaje integral y sistémico mediante la derivación de

indicadores desde atributos o propiedades emergentes del agroecosistema. A su vez esta propuesta sugiere la realización de ciclos de evaluación. Por su parte, la propuesta SARSyC se distingue del resto de las propuestas por analizar solo la dimensión ambiental de los agroecosistemas.

Cabe destacar que el abordaje integral de las propuestas EAMIS y SARSyC versus el abordaje integral y sistémico de la propuesta del MESMIS establece diferencias en el procesamiento de los indicadores (trayecto desde la conceptualización de los indicadores hasta la vinculación de éstos con el agroecosistema) y en la interpretación de los mismos. Por ello resulta plausible postular que la aplicación de las propuestas estudiadas al mismo agroecosistema podría arrojar indicadores similares pero, las discusiones y las conclusiones serán potencialmente diferentes porque operan con lógicas disímiles.

Las metodologías de evaluación de agroecosistemas que se han observado, independientemente del abordaje conceptual, de la selección y/o construcción de indicadores y del procesamiento de los mismos, son esencialmente descriptivas y en menor medida explicativas. Otro punto a destacar es que el análisis de los resultados se hace mayoritariamente por indicador (puntos críticos) o por dimensión/atributo/objetivo de análisis y no por relaciones entre indicadores o dimensiones de análisis. Se advierte que proceder de ese modo puede omitir las causas de una determinada situación o proceso y con ello perder potencialidad explicativa.

Finalmente y en sintonía con Garibaldi *et al.* (2017), se observa una similitud de importancia en la escasa argumentación y conceptualización de los indicadores, sobre todo los de tipo social, cultural y económico, que puede responder, como ya se mencionó, a que los impulsores de estos marcos son grupos de actores con formación ambiental y no tanto en las ciencias sociales. Además, los marcos teóricos no son explicitados y tampoco son completamente utilizados, ya que en muchos casos no son implementados para la discusión de los resultados. En este sentido, la discusión de resultados, en particular la respuesta sobre el porqué determinado indicador presenta tal desempeño, es en general escasa y más aun para el caso de los indicadores sociales y económicos. Es decir, la interpretación

de los resultados no siempre se realiza contemplando al marco teórico y pone en discusión el diálogo entre datos empíricos y herramientas teóricas.

BIBLIOGRAFIA

ABBONA, E.; SARANDÓN, S. y MARASAS, M. (2006). El uso de indicadores en la evaluación de sistemas agrícolas con un enfoque agroecológico: el caso de los viñateros de Berisso, Argentina. *Rev. Brasileira de Agroecología*. 1(1), 1423-1426.

AGUILAR-JIMÉNEZ, C.E., TOLÓN-BECERRA, A. y LASTRA-BRAVO, X. (2011). Evaluación integrada de la sostenibilidad ambiental, económica y social del cultivo de maíz en Chiapas, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*. 1(43), 155-174.

AGUIRRE, S. y CHIAPPE, M. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en predios hortícolas salteños. *Agrociencia XIII* (1), 38-47.

ALTIERI, M. y NICHOLLS, C. (2002). Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. 64, 14-2.

ASTIER, M, et al. (2008). Retos para los análisis de sustentabilidad de los SMRN. En Astier, M, et al. (Eds.). *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional* (pp. 193-201). Valencia: SEAE.

BRUNETT PÉREZ, L.; GONZÁLEZ ESQUIVEL, C. y GARCÍA HERNÁNDEZ, L. A. (2005). Evaluación de la sustentabilidad de dos agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche, utilizando indicadores. *Livestock Research for Rural Development*. 17, 78-89.

CÁCERES, D. (2005). Tecnología, sustentabilidad y trayectorias productivas. En Benencia, R. y Flood, C. (Eds.). *Trayectorias y contextos, organizaciones rurales en la Argentina de los noventa*. p. 81-96. Buenos Aires. La Colmena.

CÁCERES, D. (2008). La Sustentabilidad de los sistemas campesinos analizada desde dos enfoques: estados vs. procesos. *Interciencia*. 33(8), 578-585.

CASTILLO RODRÍGUEZ, D. M., et al. (2012). Evaluación de la sustentabilidad social, económica y productiva de dos agroecosistemas de producción de leche en pequeña escala en el municipio de Amecameca, México. *Revista Científica UDO Agrícola*. 12 (3), 690-704.

DALY, H. (2007). Sustainable development and OPEC. En: Elgar, E. (Ed.) *Ecological Economics and Sustainable Development Cheltenham*.

DE CAMINO, S. y MÜLLER, S. (1993). Esquema para la definición de indicadores. *Agroecología y Desarrollo*. 10, 8-16.

DELLEPIANE, A. V. y SARANDÓN, S. (2008). Evaluación de la sustentabilidad en fincas orgánicas, en la zona hortícola de La Plata, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecología*. 3(3), 67-78.

DE OLDE, E. M., et al. (2016). Assessing sustainability at farm-level: Lessons learned from a comparison of tools in practice. *Ecological Indicators*. 66, 391-404.

DÍAZ, R. G. y VALENCIA, F. (2010). Evaluación de la sustentabilidad ambiental de tres sistemas de producción agropecuarios, en el corregimiento Bolo San Isidro, Palmira (Valle del Cauca) Revista de Investigación Agraria y Ambiental. 1(2), 7-17.

FARRINGTON, J, et al. (1993). Reluctant Partners? *Non-governmental Organizations, the State and Sustainable Agriculture!* Development. UK. Rout-ledge.

FLORES, C., SARANDÓN, S. y VICENTE, L. (2007). Evaluación de la sustentabilidad en sistemas hortícolas familiares del partido de La Plata, Argentina, a través del uso de indicadores. *Revista Brasileira de Agroecología*. 2(1), 181-184.

FLORES, C. y SARANDÓN, S. (2015). Evaluación de la sustentabilidad de un proceso de transición agroecológica en sistemas de producción hortícolas familiares del Partido de La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Rev. Fac. Agron. La Plata*. 114 (1), 52-66.

GALVÁN, Y, et al. (2008). Las evaluaciones de sustentabilidad. En: Astier, M, et al. (Eds.) *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. (pp. 41-57). Valencia: SEAE.

GARIBALDI, L. A., et al. (2017). Farming approaches for greater biodiversity, livelihoods, and food security. *Trends in ecology & evolution*. 32(1), 68-80.

GUTIÉRREZ CEDILLO, J. G. (2006). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas. *Espacio y desarrollo*. 18,33-43.

GUTIÉRREZ CEDILLO, J.; AGUILERA GÓMEZ, G. y GONZÁLEZ ESQUIVEL, C. (2008). Evaluación de la sustentabilidad por medio de indicadores de una intervención agroecológica en el Subtrópico del Altiplano Central de México. Caracterización, diagnóstico y evaluación inicial. Fase I. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. (42)1, 27-36.

GUTIÉRREZ CEDILLO, J. G., et al. (2011). Evaluación preliminar de la sustentabilidad de una propuesta agroecológica, en el subtrópico del Altiplano central de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*.14, 567-580.

LEÓN SICARD, T. (2009). Agroecología: desafíos de una ciencia ambiental en construcción. *Agroecología*. (4):7-18.

MÁRQUEZ F. R. y JULCA, A. M. (2015). Indicadores para evaluar la sustentabilidad en fincas cafetaleras en Quillabamba. Cusco. Perú. *Saber y Hacer*. 2(1): 128-137.

MARTÍNEZ ALIER, J. y ROCA JUSMET, J. (2000). *Economía ecológica y política ambiental*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México. Fondo de Cultura Económica.

MASERA, O. et al. (1999). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de *evaluación MESMIS*. México. Mundi prensa – GIRA – UNAM.

MASERA, O y LÓPEZ-RIDAURA, S. (2000). Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural. México. Mundi prensa - GIRA – UNAM.

MERMA, I. y JULCA, A. (2012). Tipología de productores y sostenibilidad de cultivos en Alto Urubamba, La Convención – Cusco. *Scientia Agropecuaria*. 3(2), 149-159.

MITCHELL, G., MAY, A. Y MCDONALD, A. (1995). A Methodological Framework for the Development of Indicators of Sustainable Development (PICABUE). *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*. 2, 104-123.

NAHED, T.J. (2008). Aspectos metodológicos en la evaluación de la sostenibilidad de sistemas agrosilvopastoriles. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 12(3), 3-20.

NAREDO, J. M. (1996). Sobre el origen, uso y contenido del término sostenible. *Primer catálogo español de buenas prácticas. Ciudades para un futuro más sostenible Volumen 1*. (pp. 21-28). España. Ministerio de Fomento. España.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). (1993). Core set of indicators for environmental performance reviews: A synthesis report by the group on the state of the environment. *Environment monographs*. Paris. OCDE/GD.

PÉREZ, M. A. (2010). Sistema Agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud *de cultivos*. Colombia. Corporación Ambiental Empresaria. Colombia.

PRETTY, J. N. (1999). Sustainable agriculture: a review of recent progress on policies and *practice*. Italy. United Nations Research Institute for Social Development (UNRISD).

PRIEGO-CASTILLO, G. A., et al (2009). Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao: estudios de caso en unidades de producción rural en Comalcalco, Tabasco. *Universidad y Ciencia*. 25(1), 39-57.

RODRÍGUEZ BARRIENTOS, F. (2006). El diseño de indicadores e índices para evaluar el aporte de las fincas agropecuarias a la sostenibilidad ambiental. Análisis de caso en la Microregión Platanar-La Vieja, cuenca del río San Carlos, Costa Rica. *Revista Pensamiento Actual* 6 (7), 23-39.

SALMINIS, J.; GEYMONAT, M. y DEMO, C. (2007). Estudio comparativo de sustentabilidad socioeconómica y ambiental en sistemas agrícolas ganaderos. Ponencias del Congreso Argentino de Economía Agraria (CD-ROM).

SARANDÓN, S. (2003-a). Sustentabilidad ecológica vs rentabilidad económica. El análisis económico de la sustentabilidad. En: Sarandón, S. (ed.). *Agroecología: el camino hacia la agricultura sustentable*. (pp.55-70). La plata. Ediciones Americanas.

SARANDÓN, S. (2003-b). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En: Sarandón, S. (ed.). *Agroecología: el camino hacia la agricultura sustentable*. (164-180). La plata. Ediciones Americanas.

SARANDÓN, S., et al. (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*. 1, 19-28.

SCHINDLER, J.; GRAEF, F. y KÖNIG, H. J. (2015). Methods to assess farming sustainability in developing countries. A review. *Agronomy for sustainable development*. 35(3), 1043-1057.

SILVA LAYA, S. y PÉREZ MARTÍNEZ, S. (2010). Sustentabilidad de fincas productoras de durazno en El Jarillo, Estado Miranda, Venezuela. *Revista de Estudios Transdisciplinarios*. 2(2), 45-61.

SPIAGGI, E. y OTTMANN, G. (2010). Evaluación agroecológica mediante la utilización de indicadores de sustentabilidad de cinco establecimientos productivos de la provincia de Santa Fé, Argentina. Ponencias del VIII Congreso Latinoamericano de Sociología Rural. Porto Galinhas.

SUTCLIFFE, B. (1995). Desarrollo frente a ecología. CIA/ICARIA *Ecología Política: Cuadernos de debate internacional* nº9. España. FUHEM/ICARIA.

TOLÓN BECERRA, A.; LASTRA BRAVO, X. y RAMÍREZ ROMÁN, M.D. (2007a). Reflexiones sobre diversos aspectos relacionados con los sistemas de indicadores de sostenibilidad. *I Seminario de Cooperación y Desarrollo en Espacios Rurales Iberoamericanos. Sostenibilidad e Indicadores*. Almería; España.

TOLÓN BECERRA, A.; LASTRA BRAVO, X. y RAMÍREZ ROMÁN, M.D. (2007b). Bases para la construcción de un sistema de indicadores de sostenibilidad. *I Seminario de Cooperación y Desarrollo en Espacios Rurales Iberoamericanos. Sostenibilidad e Indicadores*. Almería; España.

TONOLLI, A. 2018. Propuesta metodológica para la obtención de indicadores de sustentabilidad de agroecosistemas desde un enfoque multidimensional y sistémico. *Rev. FCA* (en prensa).

TORO, P., et al. (2010). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas. *Archivos de zootecnia*. 59(R), 45-58. World Commission on Environment and Development (WCED). (1987). *Our Common Future*. UK. Oxford University Press.

ANEXOS

Tabla Anexa. Metodologías de evaluación de agroecosistemas analizados.

CASOS DE APLICACION DE LA PROPUESTA MESMIS
Aguilar-Jiménez, C.E., Tolón-Becerra, A. y, Lastra-Bravo, X. (2011). Evaluación integrada de la sostenibilidad ambiental, económica y social del cultivo de maíz en Chiapas, México. <i>Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo</i> . 1(43), 155-174.
Aguirre, S. y Chiappe, M. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en predios hortícolas salteños. <i>Agrociencia XIII</i> (1), 38-47.
Brunett Pérez, L., González Esquivel, C. y García Hernández, L. A. (2005). Evaluación de la sustentabilidad de dos agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche, utilizando indicadores. <i>Livestock Research for Rural Development</i> . 17, 78-89.
Castillo Rodríguez, D. M., Tapia Rodríguez, L., Brunett Pérez, L., Márquez Molina, O., Terán Varela, O. y Espinosa Ayala, E. (2012). Evaluación de la sustentabilidad social, económica y productiva de dos agroecosistemas de producción de leche en pequeña escala en el municipio de Amecameca, México. <i>Revista Científica UDO Agrícola</i> . 12 (3), 690-704.
Díaz, R. G. y Valencia, F. (2010). Evaluación de la sustentabilidad ambiental de tres sistemas de producción agropecuarios, en el corregimiento Bolo San Isidro, Palmira (Valle del Cauca) <i>Revista de Investigación Agraria y Ambiental</i> . 1(2), 7-17.
Gutiérrez Cedillo, J., Aguilera Gómez, G. y González Esquivel, C. (2008). Evaluación de la sustentabilidad por medio de indicadores de una intervención agroecológica en el Subtrópico del Altiplano Central de México. Caracterización, diagnóstico y evaluación inicial. Fase I. <i>Revista Cubana de Ciencia Agrícola</i> . (42)1, 27-36.
Gutiérrez Cedillo, J. G., Aguilera Gómez, G., González Esquivel, C. y Pérez, J. I. (2011). Evaluación preliminar de la sustentabilidad de una propuesta agroecológica, en el subtrópico del Altiplano central de México. <i>Tropical and Subtropical Agroecosystems</i> . 14, 567-580.
Masera, O y López-Ridaura, S. (2000). Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural. México. Mundi prensa - GIRA – UNAM.
Priego-Castillo, G. A., Galmiche-Tejeda, A., Castelán-Estrada, M., Ruiz-Rosado, O. y Ortiz-Ceballos, A. I. (2009). Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao: estudios de caso en unidades de producción rural en Comalcalco, Tabasco. <i>Universidad y Ciencia</i> . 25(1), 39-57.
Salminis, J., Geymonat, M. y Demo, C. (2007). Estudio comparativo de sustentabilidad socioeconómica y ambiental en sistemas agrícolas ganaderos. Ponencias del Congreso Argentino de Economía Agraria (CD-ROM).
Silva Laya, S. y Pérez Martínez, S. (2010). Sustentabilidad de fincas productoras de durazno en El Jarillo, Estado Miranda, Venezuela. <i>Revista de Estudios Transdisciplinarios</i> . 2(2), 45-61.
Spaggi, E. y Ottmann, G. (2010). Evaluación agroecológica mediante la utilización de indicadores de sustentabilidad de cinco establecimientos productivos de la provincia de Santa Fé, Argentina. <i>Ponencias del VIII Congreso Latinoamericano de Sociología Rural</i> . Porto Galinhas.

CASOS DE APLICACION DE LA PROPUESTA SARSyC

Altieri, M. y Nicholls, C. (2002). Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. 64, 14-2.

Merma, I. y Julca, A. (2012). Tipología de productores y sostenibilidad de cultivos en Alto Urubamba, La Convención – Cusco. *Scientia Agropecuaria*. 3(2), 149-159.

Rodríguez Barrientos, F. (2006). El diseño de indicadores e índices para evaluar el aporte de las fincas agropecuarias a la sostenibilidad ambiental. Análisis de caso en la Microregión Platanar-La Vieja, cuenca del río San Carlos, Costa Rica. *Revista Pensamiento Actual* 6 (7), 23-39.

CASOS DE APLICACION DE LA PROPUESTA EAMIS

Abbona, E. ; Sarandón, S. y Marasas, M. (2006). El uso de indicadores en la evaluación de sistemas agrícolas con un enfoque agroecológico: el caso de los viñateros de Berisso, Argentina. *Rev. Brasileira de Agroecología*. 1(1), 1423-1426.

Dellepiane, A. V. y Sarandón, S. (2008). Evaluación de la sustentabilidad en fincas orgánicas, en la zona hortícola de La Plata, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecología*. 3(3), 67-78.

Flores, C., Sarandón, S. y Vicente, L. (2007). Evaluación de la sustentabilidad en sistemas hortícolas familiares del partido de La Plata, Argentina, a través del uso de indicadores. *Revista Brasileira de Agroecología*. 2(1), 181-184.

Flores, C. y Sarandón, S. (2015). Evaluación de la sustentabilidad de un proceso de transición agroecológica en sistemas de producción hortícolas familiares del Partido de La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Rev. Fac. Agron. La Plata*. 114 (1), 52-66.

Merma, I. y Julca, A. (2012). Tipología de productores y sostenibilidad de cultivos en Alto Urubamba, La Convención – Cusco. *Scientia Agropecuaria*. 3(2), 149-159.

Sarandón, S., Zuluaga, M., Cieza, R., Gómez, C., Janjetic, L. y Negrete, E. (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*. 1,19-28.

LOS AUTORES

Alejandro Tonolli es Ingeniero Agrónomo por la Universidad Nacional de Cuyo y Doctor en Estudios Sociales Agrarios por la Universidad Nacional de Córdoba. Igualmente, desarrolla una becaria posdoctoral del CONICET (IADIZA) y es miembro y dirige de proyectos de investigación de esta institución, de la SECyT-UNCuyo y de la ANPCYT (FONARSEC). Además, se ha desempeñado como Jefe de Trabajos Prácticos en las asignaturas Ecología Agrícola y Protección Ambiental (Ingeniería Agronómica) y en Agroecología y Ambientes Rurales (Ingeniería en Recursos Naturales Renovables) de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNCuyo). Sus publicaciones en revistas nacionales y extranjeras se han inscripto en la línea de estudios sobre la relación sociedad naturaleza en territorios rurales. Actualmente, desde una perspectiva interdisciplinaria incursiona en cuestiones relativas a la relación entre las lógicas de uso y construcción de ambientes productivos rurales y las arquitecturas sociales y naturales de dichos ambientes, además de ejercer la coordinación del Curso complementario de grados: “Perspectivas multi e interdisciplinarias para la formación ambiental”, Secretaria Académica – UNCuyo.

atonolli@gmail.com

César Sergio Ferrer González. Ingeniero en Recursos Naturales Renovables por la Universidad Nacional de Cuyo, doctorando en estudios sociales agrarios en la Universidad Nacional de Córdoba. Becario Doctoral del CONICET en el INCIHUSA CCT Mendoza (periodo 2012-2017). Miembro de proyectos de Investigación relacionados a los estudios sociales agrarios, cambio climático y otros de las ciencias ambientales (SECTyP y CONICET). Publicaciones en revistas y congresos nacionales e internacionales. Actualmente consultor en de proyectos de innovación sociotecnológicos y docente de nivel medio en escuelas rurales.

cesarsergioferrer@gmail.com

Análisis comparativo preliminar de la variabilidad temporal del índice de vegetación en las áreas metropolitanas forestadas. Casos de estudio: La Plata, Mendoza, Santiago de Chile y Turín

TEMPORAL VARIABILITY OF VEGETATION INDEX IN FORESTED METROPOLITAN AREAS. A PRELIMINARY COMPARATIVE ANALYSIS OF LA PLATA, MENDOZA, SANTIAGO DE CHILE AND TURIN CITIES

Mariela Edith Arboit

Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales, CONICET

César Cucchiatti

Universidad de Mendoza

Dora Silvia Maglione

Universidad Nacional de la Patagonia Austral

Resumen

El trabajo estudia la variabilidad del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) en cuatro áreas metropolitanas, a partir de imágenes satelitales para los períodos estivales 1986-2011. Metodológicamente se realizó un análisis comparativo preliminar de correlaciones y estimación de tendencias, de importancia para comprender la interrelación entre morfología urbana e infraestructura verde.

Los resultados indican una tendencia general descendiente de valores medios de NDVI. En el área metropolitana de Turín la variación del índice no resultó significativa.

Se determinaron correlaciones negativas fuertes entre NDVI y población, correlaciones negativas moderadas entre NDVI y el tamaño del área metropolitana; mientras las correlaciones preliminares entre NDVI y las variables climáticas, no siguieron el mismo esquema en las distintas áreas metropolitanas.

A futuro se espera definir criterios de diseño urbano en áreas metropolitanas forestadas, que permitan gestionar, diseñar e implementar respuestas de diseño viables en el marco del desarrollo urbano ambiental y energéticamente sostenible.

Palabras Claves: índice de vegetación, morfología urbana, desarrollo sostenible.

Abstract

The knowledge of current conditions and recent changes in urban vegetation cover has begun through the analysis of temporal variability of the “normalized difference vegetation index” (NDVI) of four forested cities, comparing the images provided by satellite data for the summer periods 1986-2011. Methodologically, a preliminary comparative analysis of correlations and trend estimation was carried out, of importance for understanding the interrelationship between urban morphology and green infrastructure.

The results obtained indicate a general decreasing tendency of mean NDVI values. In the Turin metropolitan area, the index variation was not significant. Negative correlations were determined between NDVI and population, moderate negative correlations between NDVI and the size of the metropolitan area; while preliminary correlations between NDVI and climate variables did not follow the same scheme in the different metropolitan areas.

In the future, it is hoped to define criteria of urban design appropriate for forested cities, which will enable the sectors responsible for the protection of the habitat to manage, design and implement feasible design responses towards the future, within the framework of urban and environmentally sustainable energy development.

Key words: vegetation index, urban morphology, sostenible development

INTRODUCCIÓN

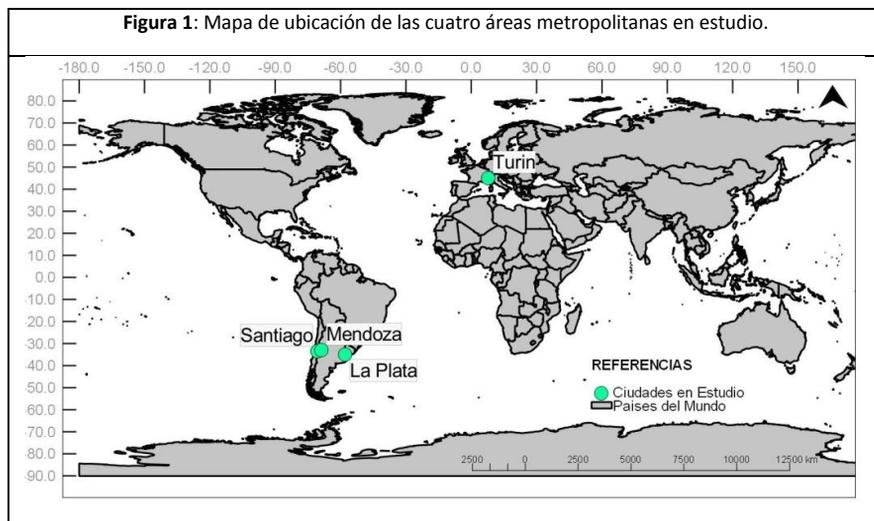
El constante crecimiento que va incrementando en forma exponencial la población mundial, el consumo de los recursos no renovables, la contaminación, la tasa de urbanización en países en desarrollo, se torna particularmente crítico en los ámbitos urbanos y requiere del estudio de la morfología urbana actual y previsible en el futuro que permita establecer pautas de evolución sin obstaculizar el uso pleno de los recursos naturales: radiación solar, iluminación natural y ventilación

natural. El crecimiento no planificado lleva a un consumo intensivo de recursos naturales. Las áreas interrelacionadas del hábitat y la energía ocupan una posición central en la problemática del ambiente global. El desarrollo del potencial de eficiencia energética en el ámbito urbano-edificio requiere de la implementación de políticas de control de la morfología que respondan a los objetivos específicos de planificación urbana y energética en sus correspondientes niveles de intervención. En el campo científico, mucho se ha discutido acerca de la interrelación entre consumo de energía y morfología urbana (Owens, 1986; Givoni, 1998; Breheny, 1996; Mascaró, 1996). El balance de energía a nivel urbano ha sido definido por Oke (1988), pero la ecuación es difícil de resolver por la complejidad de las superficies urbanas y la variación de indicadores en cada punto dentro de la ciudad, por lo que requiere de simplificaciones. En tanto la energía disponible para calentar el aire, el suelo o evaporar el agua es dependiente del balance de radiación.

La contribución del arbolado urbano en la mejora del microclima, de la calidad del aire y de vida está muy bien documentada (Bernatzky, 1982; Rowntree, 1986; McPherson, 1992; Santamouris, M. 2000), con beneficios como la reducción de la isla de calor, la disminución de CO₂, NO₂, O₃ entre otros beneficios de absorción de contaminantes y la reducción de la polución del aire. La temática referida a los beneficios regionales de los árboles y la reducción de la isla de calor urbano son muy amplias y registran en los últimos años un aumento exponencial de investigaciones y trabajos alcanzados (Akbari, 2002; Block et al, 2012; Simpson, 2002; Tooke et al, 2011, Armson et al, 2012; Loughner, 2012). Los beneficios de refrigeración del arbolado en la estación cálida están determinados por dos factores principales:

1. la reducción del acceso a la radiación solar, de las superficies por debajo de la copa del arbolado que permite una reducción de las cargas térmicas de los edificios y habitabilidad de los espacios públicos abiertos (Gómez Muñoz et al, 2010; Heisler, 1986).
2. la evapotranspiración, usando un porcentaje de la radiación que interceptan para evaporar el agua de sus hojas (Monteith and Unsworth, 1990).

El enfriamiento depende además de la morfología urbana y su disposición espacial. En la microescala, la forma urbano-edilicia tiene un impacto energético significativo.



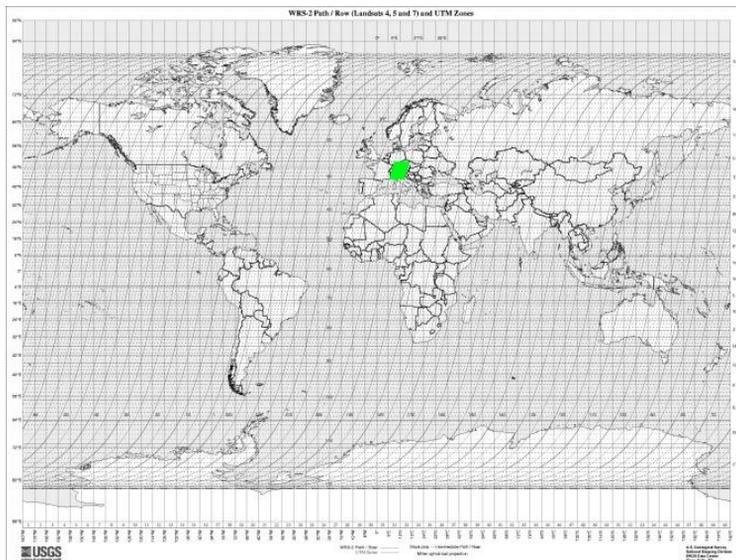
En el marco de la red interuniversitaria “Morfología Urbana y Sostenibilidad Energético-Ambiental”¹, se comenzó a trabajar la temática de interrelación de la morfología urbana, infraestructura verde y energía en las cuatro áreas metropolitanas.

El objetivo del presente trabajo es estudiar la variabilidad multitemporal del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) en las áreas metropolitanas forestadas de La Plata, Mendoza, Santiago de Chile y Turín (Figura 1), a fin de

¹ RED UNIVERSITARIA: a) Universidad de Mendoza (Argentina). Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad de Mendoza; b) Universidad Nacional de La Plata (Argentina). Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC) Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) Universidad Nacional de La Plata (UNLP); c) Universidad Tecnológica Nacional (Argentina). Grupo CLIOPE Energía, ambiente y desarrollo sustentable. Facultad Regional Mendoza; d) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológica CONICET (Argentina). Instituto de Ciencias Humanas Sociales y Ambientales- INCIHUSA- CONICET; e) Politecnico di Torino (Italia). Dipartimento di Energetica (DENERG).

realizar un análisis comparativo preliminar de correlaciones y de estimación de tendencias.

Figura 2: Sistema Mundial de Referencia. Imágenes Satelitales. Path (194) Row (29) para la zona de análisis de Turín. Ref: Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).



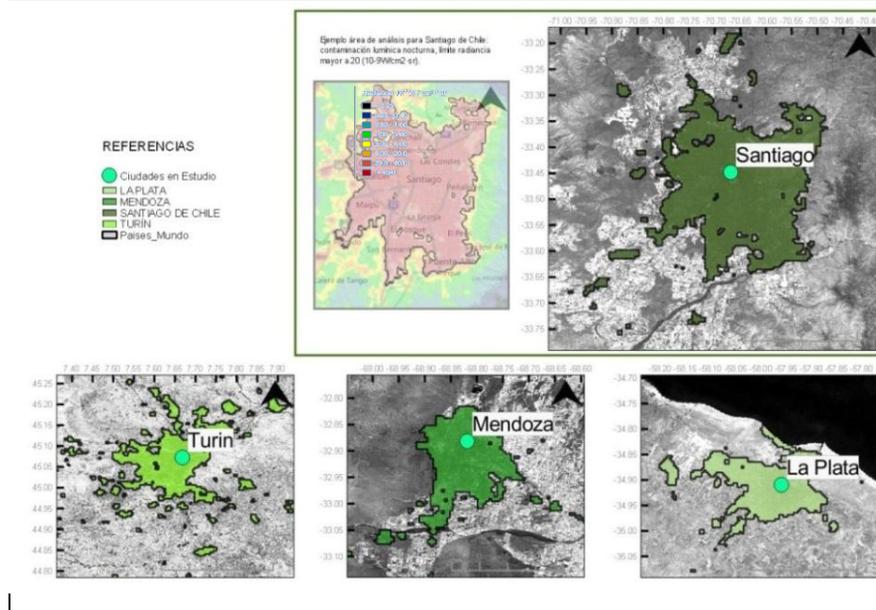
<https://landsat.gsfc.nasa.gov/the-worldwide-reference-system/>

	Path	Row
La Plata	225	84
Mendoza	232	83
Santiago de Chile	233	83

Áreas de estudio. Se determinaron las superficies de análisis de las áreas metropolitanas de La Plata, Mendoza, Santiago de Chile y Turín, a partir de

imágenes de contaminación lumínica nocturna (www.lightpollutionmap.info) considerando como límite una radiancia mayor a 20 ($10^{-9}W/cm^2\cdot sr$) y la mancha urbana principal como casos de estudio (Figura 3).

Figura 3: Imágenes satelitales en superposición con las cuatro áreas metropolitanas en estudio, (escenas verano de 2011). Ref: NASA Official. <https://landsat.gsfc.nasa.gov>.



METODOLOGÍA

Se han analizado los cambios en la vegetación en los centros urbanos a partir de datos satelitales Landsat 5 en el período 1986-2011. Las imágenes están compuestas por 7 bandas espectrales con una resolución espacial de 30 metros x 30 metros para las bandas 1 a 5 y 7; con una repetición de cobertura cada 16 días. El tamaño de la escena es de 170km norte-sur por 183km este-oeste y una resolución radiométrica 8bits que posee 256 niveles de grises. Metodológicamente se prepararon los antecedentes cartográficos en entorno GIS de las cuatro áreas metropolitanas en estudio (Figuras 2 y 3), se seleccionaron las imágenes para las estaciones de verano en condiciones de cielo claro (con ausencia

de nubosidad), posteriormente se realizó la georreferenciación. Se preprocesaron los datos para eliminar las perturbaciones de las interferencias con correcciones geométricas, radiométricas y atmosférica (Moran et al., 1992; Chavez, 1996; Masek et al., 2006), sin considerar los impactos de los cambios en la órbita de Landsat 5 (Zhang, 2016).

Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI). El índice proporciona la fracción de la radiación fotosintéticamente activa interceptada por la vegetación, es útil para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación, la absorción de energía por la cobertura arbórea, el funcionamiento en el ecosistema, la identificación de ecorregiones y el seguimiento de patrones fenológicos con los cambios estacionales y de crecimiento. Se obtiene a partir del contraste entre la banda del rojo y la del infrarrojo cercano. Las siguientes ecuaciones responden al índice:

(1)

$$NDVI = (IRC - R) \div (IRC + R)$$

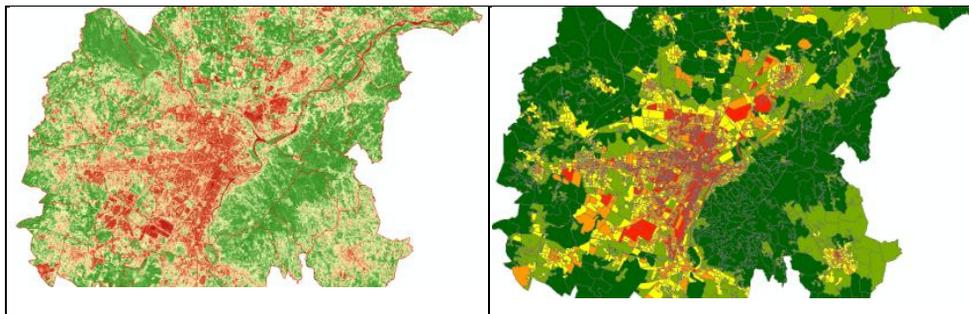
(2)

$$NDVI = (\text{banda 4} - \text{banda 3}) \div (\text{banda 4} + \text{banda 3})$$

Los resultados del NDVI varían entre -1 y +1; valores altos revelan actividad fotosintética de la cubierta vegetal (fenología foliar) y una estrecha relación con la evapotranspiración (Tucker & Sellers, 1986), valores bajos indican situaciones de escasa o nula cubierta vegetal y baja actividad fotosintética (Figura 4 y 5); valores negativos corresponden principalmente a rasgos del paisaje no vegetativos (agua/nieve).

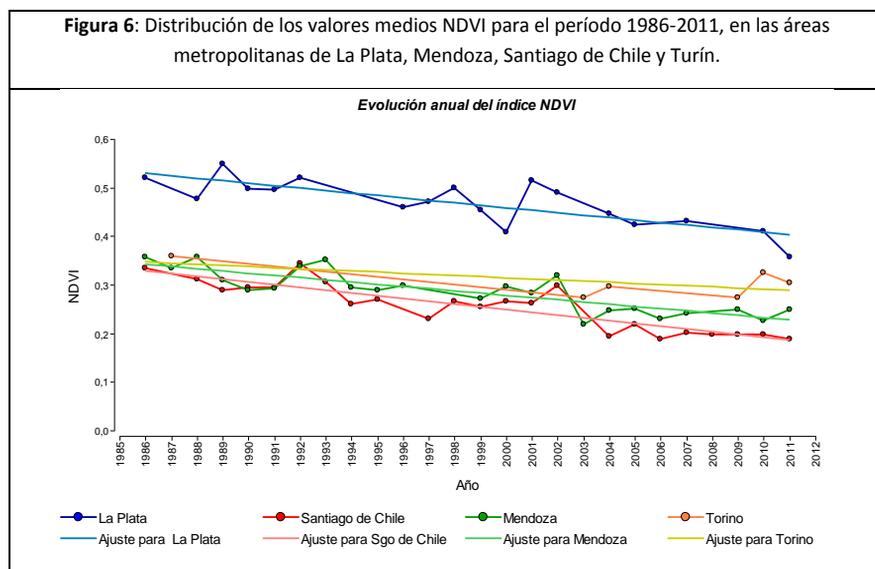
Figura 4: Resultado NDVI para la imagen satelital del área metropolitana de Turín escena 23/07. Fuente: G. Mutani.

Figura 5: Índice medio NDVI para cada sección catastral del área metropolitana de Turín escena 23/07. Fuente: G. Mutani.



RESULTADOS

Los resultados alcanzados indican una tendencia general descendiente de valores medios de NDVI en las áreas metropolitanas en estudio (Figura 6)².



Existe un descenso en los valores de NDVI para las áreas metropolitanas de La Plata, Santiago de Chile y Mendoza. Turín no posee variación significativa del índice (p -valor=0.1765). Siendo el nivel de descenso de Santiago de Chile

² El análisis de los datos se ha realizado con el software Infostat (Di Rienzo et al., 2018)

estadísticamente diferente al área metropolitana de Mendoza (p -valor=0.01115), (Tabla 1).

Tabla 1: Valores para las pendientes de descenso.

Áreas metropolitanas	Pendiente estimada	p-valor
Santiago de Chile	-0.0057	<0.0001
La Plata	-0.0050	0.0001
Mendoza	-0.0046	<0.0001
Turín	-0.0023	0.1765

Para los valores medio de los índices de NDVI en el periodo considerado hay diferencias significativas por áreas metropolitanas y por años (ambos p -valores son menores a 0.0001). El mayor valor para NDVI corresponde al área metropolitana de La Plata (0.4680), y el menor a Santiago de Chile (0.2550), todos son estadísticamente diferentes salvo Mendoza y Turín, cuyos valores son 0.2865 y 0.3059 respectivamente (Tabla 2).

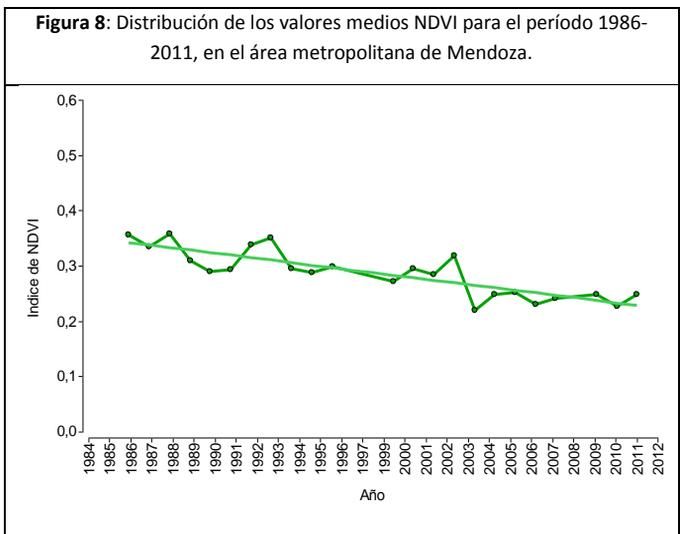
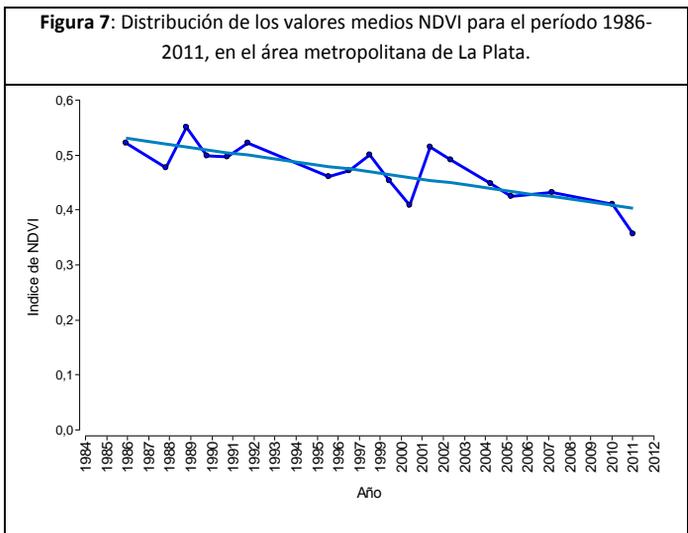
Tabla 2: Test LSD Fisher $\alpha=0.05$

Áreas metropolitanas	Medias	E.E.	*		
Santiago	0.2550	0.0045	A		
Mendoza	0.2864	0.0045		B	
Turín	0.3049	0.0088		B	
La Plata	0.4680	0.0051			C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

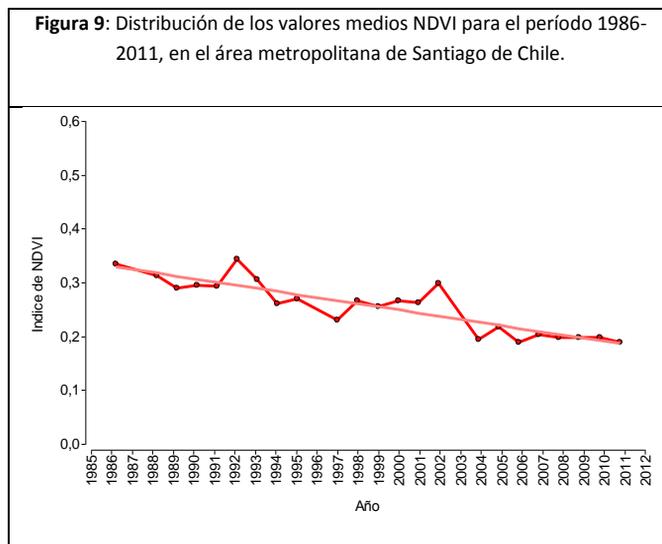
La Plata posee el índice más alto de valor medio de NDVI igual a 0.4680 y resulta ser el más favorable desde el punto de vista del verde urbano. En el año 1989 se registró el mayor valor del índice (0.5490) y el menor fue en 2011 (0.3566). Los resultados obtenidos, en el análisis temporal, indican una tendencia general descendente de valores medios del índice de vegetación (Figura 7), siendo la pendiente de descenso anual estimada de -0.0050.

En Mendoza el valor mínimo fue registrado en 2003 con un NDVI de 0.2184. Los valores máximos se registraron en 1986 con un NDVI de 0.3566 y en 1988 con un valor de 0.3576 (Figura 8). Para esta área metropolitana la pendiente de descenso es -0.0046 y el valor medio del índice en el periodo bajo estudio es de 0.2864.

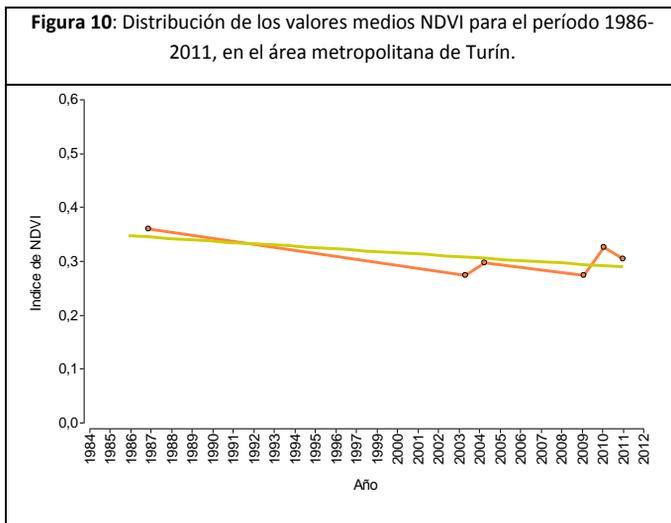


En el área metropolitana de Santiago de Chile, la caída en los valores es más evidente, el valor estimado de descenso anual es de -0.0057. Se observa un rango

de valores para NDVI entre un mínimo de 0.1879 en 2011 y un máximo de 0.3433 en 1992 (Figura 9). Además el valor medio del índice es de 0.2550.



Turín es el núcleo urbano que mejor ha mantenido el índice de vegetación, con una reducción (aunque no es estadísticamente significativa) y un valor medio NDVI de 0.3049 en el período 1987-2011. El pico máximo registrado fue en 1987 con un valor NDVI de 0.3584 (Figura 10).



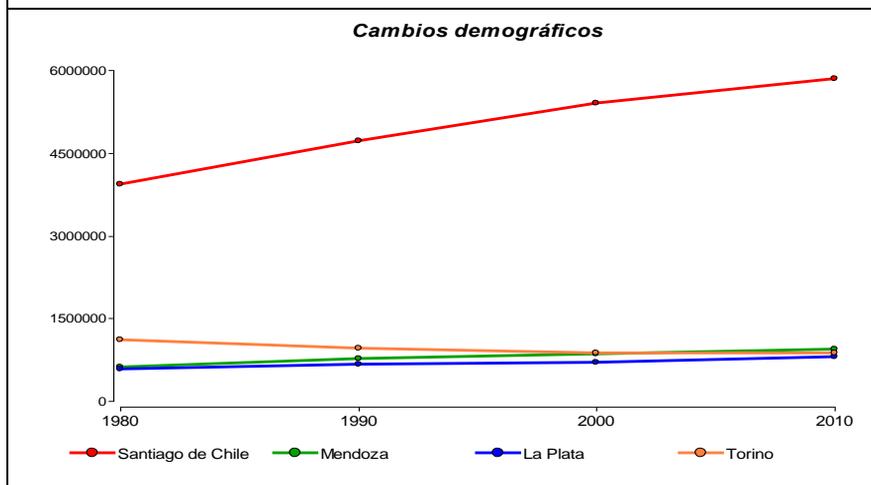
Correlación preliminar entre NDVI, los censos poblacionales y las áreas metropolitanas. En la Tabla 3 y Figura 11 se muestra la evolución demográfica en el período de análisis.

Tabla 3: Datos demográficos de censos de población*.

	1980	1990	2000	2010
La Plata	584.650	664.903	705.909	799.523
Mendoza	612.777	773.113	848.732	937.154
Santiago de Chile	3.937.277	4.724.776	5.397.135	5.842.259
Turín	1.117.154	962.507	865.263	872.367

*Argentina INDEC (1980, 1991, 2001,2010); Chile INE (1982, 1992, 2002,2012); Italia ISTAT (1981, 1991, 2001,2011)

Figura 11: Tendencia demográfica histórica reciente de las áreas metropolitanas de La Plata, Mendoza, Santiago de Chile y Turín.



Todas las correlaciones entre población y el índice NDVI son negativas (a medida que aumenta la población disminuye el índice de vegetación, siendo mayor el descenso en Santiago de Chile, Mendoza y La Plata, con las siguientes correlaciones -0.941 , -0.846 y -0.722 . Es decir, mientras mayor es la pendiente de crecimiento demográfico mayor es el descenso NDVI. No se ha considerado el área metropolitana de Turín por la falta de disponibilidad de datos satelitales libres de nubosidad para la totalidad de la estación de verano de los años censales, dicha área metropolitana fue la única con una variación porcentual negativa de población del -4.6% (1981-1991) y del -3.2% (1991-2001) y es la única área metropolitana en estudio cuya pendiente de NDVI puede considerarse cero.

Existe además, una correlación negativa moderada entre el tamaño del área metropolitana y el valor medio del índice de NDVI (-0.5344), (Tabla 4).

Correlación preliminar entre NDVI y las variables climáticas principales.

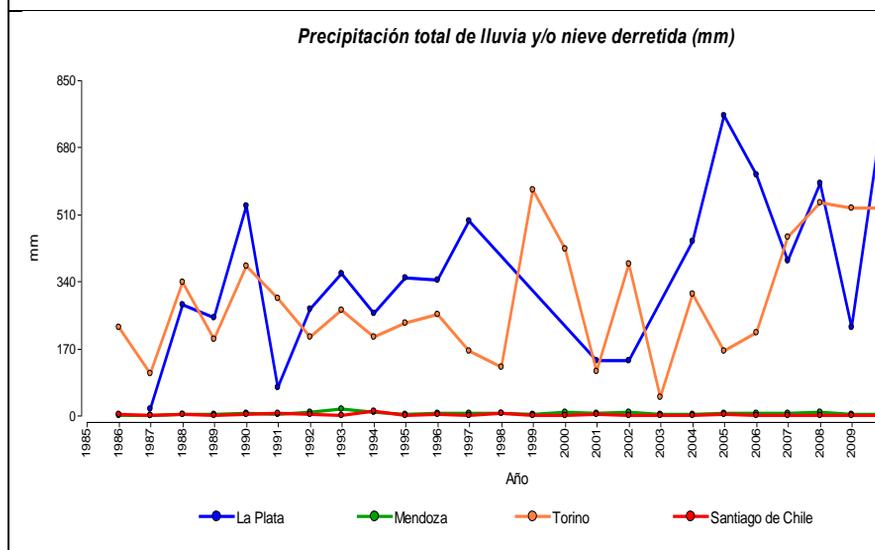
Se ha estudiado la evolución temporal de las principales variables climáticas de temperatura y precipitaciones, incluyendo los datos de humedad para cada área metropolitana.

Tabla 4: Superficie de las metrópolis de La Plata, Mendoza, Santiago de Chile y Turín.

	hectáreas	NDVI
La Plata	24191.47	0.468
Mendoza	25174.99	0.286
Santiago de Chile	72060.94	0.255
Turín	25194.34	0.305

En las distintas áreas metropolitanas, la correlación entre el valor de NDVI y las variables climáticas: temperatura máxima, mínima y precipitación; no siguen el mismo esquema (Figuras 12, 13 y 14).

Figura 12: Precipitación total de lluvia y/o nieve derretida (mm), en las áreas metropolitanas de La Plata, Mendoza, Santiago de Chile y Turín. Ref: Servicio Meteorológico Nacional (S.M.N.) Argentina; Dirección General de Aeronáutica Civil de Chile (DGAC); Servicio Meteorológico de la Fuerza Aérea Italiana. Estaciones meteorológicas de aeropuertos.



Para el área metropolitana de Santiago de Chile, existe una correlación moderada negativa entre NDVI y temperatura mínima ($r=-0.6000$). En La Plata una correlación

moderada negativa entre NDVI y la precipitación ($r=-0.5849$). Para el área metropolitana de Turín, existe correlación negativa alta entre NDVI y temperatura máxima ($r=-0.8713$) y temperatura mínima ($r=-0.7865$).

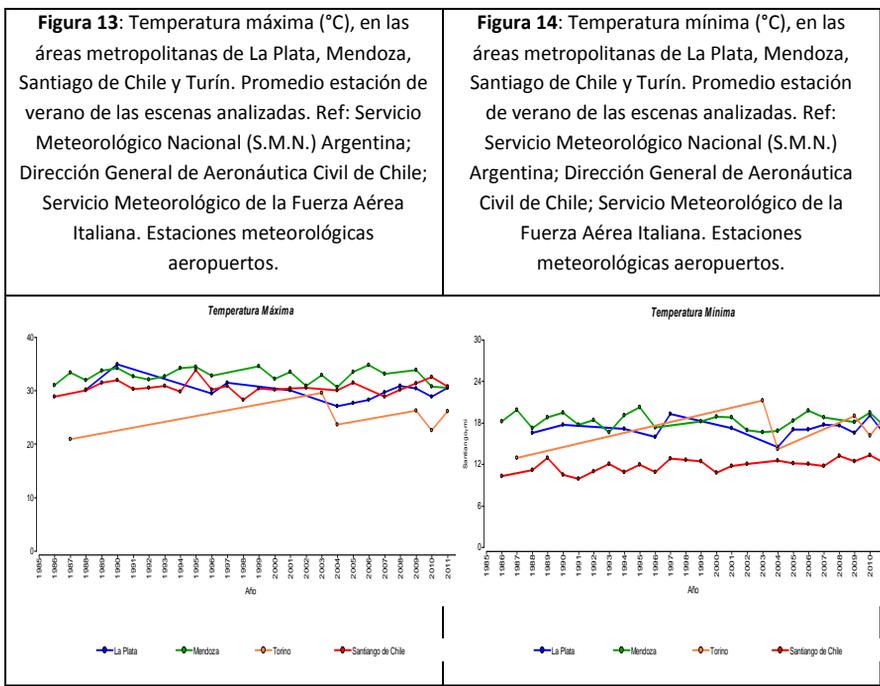


Tabla 5: Valores medios anuales históricos de precipitación (PP), humedad (H) y temperatura media (T) para La Plata, Mendoza, Santiago de Chile y Turín.

	Precipitación (mm)	Humedad (%)	Temp. media (°C)	NDVI medio
La Plata	1007	77	15.8	0.468
Mendoza	189.7	56	16.7	0.286
Santiago de Chile	312.5	71	14.4	0.255
Turín	981	75	12	0.305

Si se calcula la correlación entre las medias anuales de las variables climáticas Precipitación (mm), Humedad (%) y Temperatura media (°C) con la media del índice NDVI para las cuatro ciudades consideradas, se observa que existe una correlación positiva alta entre precipitación y el índice de NDVI ($r=0.700$) y una correlación positiva moderada entre Humedad relativa y NDVI ($r=0.509$) (Tabla 5).

CONCLUSIONES

Se realizó un análisis comparativo preliminar de la variabilidad del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) en las áreas metropolitanas de La Plata, Mendoza, Santiago de Chile y Turín. El análisis estadístico de los resultados para el período de estudio 1986-2011 determinó una tendencia general descendiente de valores medios de NDVI en las áreas metropolitanas en estudio.

El área metropolitana de Santiago de Chile es la más comprometida desde el punto de vista de índice verde, con el menor valor medio NDVI para el período (1986-2011) y el mayor descenso del índice anual de las cuatro áreas metropolitanas estudiadas. Son concluyentes el impacto por el crecimiento demográfico, tamaño de la ciudad y variables climáticas (bajas precipitaciones anuales y correlación moderada negativa entre NDVI y temperatura mínima).

El área metropolitana de La Plata es la más favorable desde el punto de vista de los valores medios del índice de vegetación, para el período de estudio. Si bien es el área metropolitana en estudio con menor cantidad de habitantes, menor en extensión, valores medios anuales históricos de precipitación (PP), humedad (H) altos; se ubicó en el segundo lugar con mayor descenso NDVI (después de Santiago de Chile), por lo tanto deberían considerarse acciones para resolver la tendencia de la pendiente significativa descendente en la cobertura vegetal.

Mendoza ubicada en una latitud similar a las dos anteriores, posee la menor pendiente de descenso de valores NDVI en el período 1986-2011 de las áreas metropolitanas latinoamericanas en estudio, pero con bajo valor medio NDVI posicionada sólo después de Santiago de Chile. Mendoza y Turín son estadísticamente iguales en lo referente a valor medio NDVI; con aproximación en las escalas dimensional y demográfica y diferencias en las variables climáticas analizadas.

Turín, además, es la única área metropolitana cuya pendiente de NDVI en el periodo 1986-2011 puede considerarse cero, y la única con una variación porcentual negativa de población (años 1981- 2001).

En términos generales, es también concluyente el impacto de las variables climáticas de precipitación y humedad sobre el índice NDVI.

El presente trabajo preliminar, ha permitido actualmente el estudio del NDVI en las áreas urbanas a escala de secciones catastrales (Mendoza, Turín y La Plata) y conocer la distribución espacial y temporal los índices de vegetación en dichas ciudades a escalas diversas.

Agradecimientos: En los aspectos metodológicos de datos satelitales al Dr. Mariano Masiokas, (IANIGLA-CONICET), en uso de SIG a nivel urbano Dra. Guglielmina Mutani (Politecnico di Torino), en aspectos territoriales Dra. Gladys Molina (INCIHUSA-CONICET), en datos e información a Soledad García Barrozo (Universidad de Mendoza).

Reconocimiento al financiamiento del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y de la Universidad de Mendoza. La mayor parte del trabajo presentado en este trabajo se realizó en el marco de los proyectos de investigación: 1. "Morfología Urbano-edilicia y sostenibilidad energético ambiental en ciudades forestadas con climas secos", PPI-FAUD-UM. 2. PIP-11220130100407 (CONICET) y 3. UE CONICET 2017-2022. 22920170100036.

BIBLIOGRAFÍA

AKBARI, H. (2002). Shade trees reduce building energy use and CO₂emissions from power plants. *Environ. Pollut.* 116, S119–S126.

ARMSON, D., Stringer, P., Ennos, A.R. (2012). The effect of tree shade and grass on surface and globe temperatures in an urban area. *Urban Forest. Urban Greening* 11, 245–255.

BERNATZKY, A. (1982). The contribution of trees and green spaces to a town climate. *Energy Build.*

BLOCK, A.H.; LIVESLEY, S.J., WILLIAMS, N.S.G. (2012). Responding to the Urban HeatIsland: A Review of the Potential of Green Infrastructure. Victorian Centre forClimate Change Adaptation Research Melbourne.

BREHENY, M. (1996). *Centrist, Decentrists and Compromisers in The Compact City*. E & FN Spon, London.

CHAVEZ, Pat S. Jr. (1996). Image-Based Atmospheric Corrections— Revisited and Improved. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 62 9: 1025-1036.

Dirección Meteorológica de Chile. Dirección General de Aeronáutica Civil de Chile. <http://www.meteochile.cl/>

DI RIENZO J.A., et al. (InfoStat versión 2018). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Earth Observation Group. NOAA National Geophysical Data Center. https://ngdc.noaa.gov/eog/night_sat/nightsat.html and www.lightpollutionmap.info

GIVONI, B. (1998). *Climate considerations in building and urban design*. John Wiley & Sons, Inc., USA.

GÓMEZ MUÑOZ, V.M., PORTA GÁNDARA, M.A., FERNÁNDEZ, J.L. (2010). Effect of tree shades in urban planning in hot-arid climatic regions. *Landscape Urban Planning*. 94,149–157.

HEISLER (1986). Effects of individual trees on the solar radiation climate of small buildings. *Urban Ecology Volume 9, Issues 3–4*, 337-359. Special Issue Ecology of the Urban Forest II.

INDEC. Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina 2010. <http://www.indec.gob.ar/>.

INE. Instituto Nacional de Estadísticas de Chile. <http://nuevoportal.ine.cl/>

IRONS, James R. NASA Official. Landsat Science. (Actualización julio 6. 2017). <https://landsat.gsfc.nasa.gov/the-worldwide-reference-system/>.

ISTAT. Istituto Nazionale di Statistica. <https://www.istat.it/>

LOUGHNER, C.P. (2012). Roles of urban tree canopy and buildings in urban heat island effects. *J. Appl. Meteorol. Climatol.* 51, 1775–1793.

MASCARÓ, L. (1996). *Ambiencia urbana*. European Comisión, Directorate-General XVII, Energy. Faculdade de Arquitetura UFRGS. Sagra D.C. Luzzato Editores, Porto Alegre.

MASEK, J. G., et al. (2006). A Landsat surface reflectance data set for North America, 1990 – 2000. *Geosci. Remote Sens. Lett.*, 3, 68 – 72.

MCPHERSON, E. G. (1992). Accounting for benefits and cost of urban greenspace. *Landscape and Urban Planning*.

MONTEITH, J.L. y UNSWORTH, M.H. (1990). *Principles of Environmental Physics*, 2da ed. Edward Arnold, Londres.

MORAN, M. S. et al. (1992). Evaluation of simplified procedures for retrieval of land surface reflectance factors from satellite sensor output. *Remote Sensing of Environment*, 41, 169±184.

OKE, T. R. (1988). The urban energy balance. *Prog. Phys. Geogr.* 12: 471–508.

OWENS, S. (1986). *Energy planning and urban form*. London: Pion Ltd.

ROWNTREE, R.A. (1986). Ecology of the urban forest - Introduction to Part II. *Urban. Ecology*, 9: 229-243.

SANTAMOURIS, M. (2000). *Energy and Climate in the Urban Built Environment*. James and Jamnes. London.

Servicio Meteorológico de la Fuerza Aérea Italiana. <http://www.meteoam.it/>

Servicio Meteorológico Nacional de Argentina. <https://www.smn.gob.ar/>

SIMPSON, J.R. (2002). Improved estimates of tree-shade effects on residential energy use. *Energy Build.* 34, 1067–1076.

TOOKE, T.R., et al. (2011). Tree structure influences on roof top-received solar radiation. *Landsc. Urban Plann.* 102, 73–81.

ZHANG, H.K., ROY, D.P. (2016). Landsat 5 Thematic Mapper reflectance and NDVI 27-year time series inconsistencies due to satellite orbit change. *Remote Sensing of Environment* 186, 217–233.

LOS AUTORES

Mariela Edith Arboit es Arquitecta y Doctora en Arquitectura por la Universidad de Mendoza. Actualmente es Investigadora Adjunta del Instituto de Ciencias Humanas,

Sociales y Ambientales del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (INCIHUSA- CONICET). Se ha desempeñado como directora de proyectos REDES interuniversitarias internacionales, PICT-ANPCyT, PIP-CONICET, PPI-FAUD-UM y como integrante de proyectos en equipos de investigación nacionales e internacionales. Ha realizado numerosos servicios tecnológicos de alto nivel (STAN), proyectos de transferencia e informes técnicos. Ha sido profesora invitada del Politécnico de Turín y disertante en foros internacionales. Posee numerosos trabajos de producción científica en revistas de circulación internacional y capítulos de libros. Su área de experticia es Hábitat, en la temática morfología urbano-edilicia y sostenibilidad energético-ambiental en ciudades andinas de clima árido.

marboit@mendoza-conicet.gob.ar

Dora S. Maglione es Licenciada en Matemática y Magister en Estadística Aplicada, títulos obtenidos en la Universidad Nacional de Córdoba. Se desarrolla como docente investigadora en la Universidad Nacional de la Patagonia Austral y además es Directora del Instituto de Trabajo, Economía y Territorio en esta institución. Dentro del ámbito de la docencia universitaria, se desempeña como Asociada en cátedras del área de Álgebra Básica y Superior en el Departamento de Ciencias Exactas y Naturales, y además en docente de la asignatura “Diseño experimental y técnicas de muestreo” de la Maestría en Manejo y Gestión de Recursos Naturales de la Patagonia. Sus publicaciones se encuentran inscriptas en dos líneas de trabajo, por un lado en cuestiones relacionadas al análisis estadístico de variables espacio-temporales, y por el otro a la enseñanza de la matemática utilizando herramientas tecnológicas.

dmaglione@uarg.unpa.edu.ar

César Cucchietti es Arquitecto graduado en la Universidad de Mendoza. Ha desarrollado actividades de investigación y prácticas profesionales supervisadas en el Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales, CCT CONICET Mendoza. Ha sido integrante del proyecto Fortalecimiento de Redes Internacionales 8 y PPI-FAUD-UM; con una activa participación en proyectos, congresos y concursos.

ampecofer@gmail.com

En búsqueda de la integración territorial. Propuesta para el fortalecimiento del sistema urbano de la provincia de Santiago del Estero, Argentina

**IN SEARCH FOR TERRITORIAL INTEGRATION.
PROPOSAL FOR THE STRENGTHENING OF THE URBAN SYSTEM IN
THE PROVINCE OF SANTIAGO DEL ESTERO, ARGENTINA**

Juan Pablo Pereyra

Universidad Católica de Santiago del Estero

Resumen

El presente estudio, propio de la Geografía Humana, aborda la estructura y complejidad del *sistema urbano* de la provincia de Santiago del Estero, Argentina. Constituye un análisis territorial escasamente desarrollado en esta provincia, con lo cual se revela potencialidades y limitaciones funcionales en el *territorio*. El objetivo de este estudio es proponer la reorganización del sistema urbano dominante para lograr mejor integración en el territorio mediante el desarrollo económico de nuevos núcleos urbanos estratégicos. En efecto, se procede con el tratamiento de información estadística disponible, la aplicación de técnicas cuantitativas y la generación de cartografías. Por lo tanto se busca lograr una fluida conectividad entre nuevas ciudades estratégicas y la difusión de servicios de calidad a poblaciones lejanas. Los resultados deseados, para un eventual plan de ordenamiento territorial, se basan en la creación de *regiones modélicas Thiessen*.

Palabras claves: Sistema Urbano – Análisis Territorial – Territorio – Regiones modélicas – Ordenamiento Territorial.

Abstract

This study of Human Geography, deals with the structure and complexity of the urban system of the province of Santiago del Estero, Argentina. It constitutes a scarcely developed territorial analysis in this province, which reveals potentialities and functional limitations in the territory. The aim of this study is to propose the reorganization of the dominant urban system in order to achieve better integration in the territory through the economic development of new strategic urban centres. In fact, we proceed with the processing of available statistical information, the application of quantitative techniques and the generation of cartographies. Therefore, the aim is to achieve fluid connectivity between new strategic cities and the dissemination of quality services to distant populations. The desired results, for a possible spatial planning, are based towards the creation of Thiessen model regions.

Keywords: Urban System - Territorial Analysis - Territory - Model Regions - Spatial Planning.

INTRODUCCIÓN

En el marco de la *Geografía Humana*, este estudio contempla la reorganización de un territorio provincial, que considera las condiciones de su sistema urbano como eje vertebrador. La literatura hasta ahora conocida muestra estudios sobre lo *urbano* y los *sistemas*, la cual sustentó bases para la investigación de patrones de crecimiento demográfico, sistemas de transportes, la economía de las ciudades, etc. Por lo que en este marco, las principales contribuciones teóricas difundidas fueron el *modelo localización industrial* de Alfred Weber (1909), *la teoría de los lugares centrales* de Walter Christaller (1935) y de Lösch (1944), el *modelo de Von Thünen* (1826), *la teoría de Hoyt* (1966) y *la teoría general de sistemas* de Johan von Bertalanfy (1969).

La mayoría de los territorios provinciales de la Argentina, presentan sistemas urbanos con alto grado de primacía, por lo cual, las *ciudades* mayores ejercen influencias plena como centros rectores hasta los confines jurídicos. Estas *estructuras mono-céntricas*, son producto de la herencia organizacional de la colonia española que respondía a intereses que generaron, con el tiempo, serios desequilibrios territoriales. Si bien existen estudios semejantes, tanto en el ámbito

nacional y sudamericano, no hay disponibilidad de aportes científicos detallados con un propósito claro referido al territorio santiagueño. Y es posible afirmar que los desequilibrios territoriales están asociados a la estructura mono-céntrica de este sistema urbano, en el que los bienes y servicios de calidad benefician a ciudades del centro-oeste. Así surge una propuesta modélica para reorganizar y planear la integración de esta provincia, a partir del fortalecimiento del funcionamiento de su *sistema urbano*.

Este estudio se orienta a cumplir objetivos que buscan proponer la reorganización del sistema urbano dominante para lograr una mejor integración en el territorio y la creación de *regiones modélicas* que logren mayor equidad. Por lo tanto, esta temática se denomina ***en búsqueda de la integración territorial, propuesta para el fortalecimiento del sistema urbano de la provincia de Santiago del Estero, Argentina.***

El *análisis espacial*¹ desarrollado demuestra que la distribución, los tamaños y las conexiones de las *localidades urbanas* de esta provincia, favorecen la polarización del sector centro-oeste en detrimento del resto del territorio. Así también, se ha descubierto la posibilidad de aplicación de un modelo geométrico para la creación de *Regiones Thiessen* como un plan modelo de *ordenamiento territorial*, que permitirían la cohesión e integración del territorio. De modo secuencial la estructura textual detalla información estadística, aborda técnicas de análisis espacial y esboza síntesis territorial mediante cartografías generadas.

PROCEDIMIENTOS PARA EL ANÁLISIS DEL TERRITORIO

PARTICULARIDADES DEL SISTEMA URBANO SANTIAGUEÑO

Esta investigación está sustentada en metodologías idóneas basadas en técnicas, estadísticas, cartografías bases del IGN² y propuestas modélicas, que constituyen

¹ Fuenzalida, M.; Buzai, G. D.; Moreno Jimenez, A.; García de León, A. (2015). *Geografía, Geotecnología y Análisis Espacial*. Santiago de Chile: Editorial Triángulo. P. 57.

² Instituto Geográfico Nacional (IGN): organismo líder en la producción y difusión de conocimiento e información geográfica de la República Argentina.

instrumentos científicos propios del abordaje de la *Geografía cuantitativa y automatizada*³. Lo cual permite descubrir sistemáticamente las particularidades del conjunto de ciudades y proponer una mejor ordenación física, social y económica del territorio.

La provincia de Santiago del Estero, constituye una unidad política del norte de la República Argentina. Su territorio está emplazado en el sector meridional de la vasta planicie subtropical del Gran Chaco y presenta algunas serranías en áreas focalizadas como en el centro-oeste y en el sur. Este *corte territorial* constituye un *espacio isotrópico* surcado por dos ríos importantes (El Dulce y Salado), condiciones que determinaron la ocupación del territorio y la configuración de su *sistema urbano*.

Esta unidad político-territorial abarca un área de unos 136.351 km² y sumó unos 874.006 habitantes según datos de población del año 2010 (INDEC). Por lo tanto, la densidad de población media asciende de 6,4 hab./km².

A partir del análisis de la figura 1, se percibe una irregular *distribución de la población*, ya que solo cinco departamentos superan la *densidad* media provincial y es notable una fuerte *concentración demográfica* en cuatro departamentos ubicados en el centro-oeste del territorio. Esas unidades administrativas presentan densidades superiores a 20 hab./km², concentran el 58,2% de la población y se localizan varios de los centros urbanos más poblados de la provincia.

Asimismo, al analizar la población asentada, sea en el ámbito urbano o rural, se observa que 600.429 personas habitaban en asentamientos con más de 2.000 habitantes, es decir en núcleos demográficos definidos como *localidades urbanas*. Las mismas absorben al 68,69% de la población santiagueña según el último censo nacional de población.

Efectivamente, en este país, se considera como urbano a los núcleos que concentran a más de 2.000 habitantes, definido rígidamente desde el punto de vista cuantitativo. Los mismos forman parte de un conjunto de núcleos distribuidos y conectados diferencialmente en el territorio, lo cual es definido como "*sistema*

³ Buzai, G. (2014). *Mapas sociales urbanos*. Buenos Aires: Lugar Editorial. pp. 34, 37 y 38.

urbano". Este concepto se basa en postulados de la "Teoría General de Sistemas" desarrollada por Karl Ludwig von Bertalanfy⁴, de ahí la expresión **Sistema Urbano**, concebida como una red de lugares urbanos interdependientes.

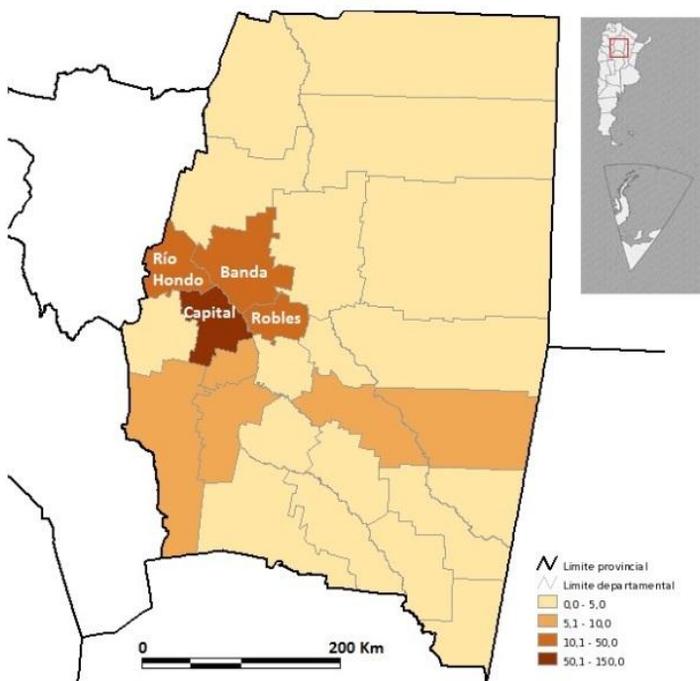


Figura 1: Densidad demográfica la provincia de Santiago. del Estero - Fuente: <http://www.sig.indec.gov.ar/censo2010/>

Consecuentemente, todo sistema urbano comprende un conjunto de elementos (centros urbanos, actividades urbanas y flujos) que cumplen funciones variadas en un *territorio* determinado. La localización de cada elemento en el conjunto determina la configuración de la trama y las relaciones manifiestas definen la estructura, cuya expresión física se denomina morfología (Figura 2). Este tipo de

⁴ Subsecretaría de desarrollo regional y administrativo (2013) Guía del sistema urbano regional para el ordenamiento territorial. Santiago, CEPAL p.20.

análisis territorial, tiene como fin detectar la contribución de los elementos en la funcionalidad del sistema en el territorio.

Si bien, el abordaje metodológico es conocido y propio de la *Geografía Locacional*⁵, replantea una reorganización territorial modélica para una provincia con sub-espacios postergados a la dinámica económica regional y nacional.

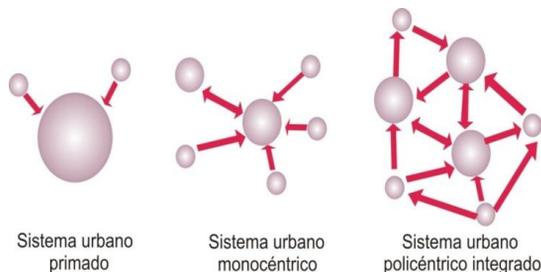


Figura 2: Complejidad de un sistema urbano: Centros urbanos (Círculos proporcionales) y Flujos (flechas). Fuente: elaboración propia en base a “Análisis del sistema urbano para el ordenamiento territorial CEPAL: 2013”.

En principio, un modo de abordar un *sistema urbano* determinado, es considerar a uno de los principios de la Geografía: *la distribución espacial*. Por lo tanto, se debe determinar el reparto de las ciudades en el territorio mediante *técnicas cuantitativas*. Eventualmente, es posible determinar el grado de concentración y dispersión de las *localidades urbanas* en el territorio a través del “Índice Rn o del vecino próximo”(Figura 3 y Tabla 1). La aplicación del mismo está determinada, en este caso, por 33 localidades urbanas (Figura 10) basada en la siguiente fórmula:

$$R_n = 2 \cdot \bar{d} \cdot \sqrt{\frac{N}{S}} =$$

d: Distancia Media entre las localidades urbanas.

⁵ Furlani de Civit, M. E. y Molina Buono, G. (2001) *Aclaraciones sobre áreas de influencia frente a efímeros territorios organizacionales*. Mendoza: Facultad de Filosofía y Letras de U.N.C. p.11.

N: Nº de nodos (localidades urbanas).

S: Superficie del área en km².

2: Valor constante

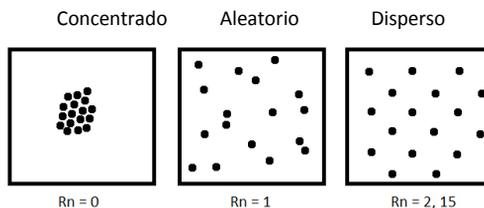


Figura 3: Representación aproximada de distribuciones de nodos según el Índice Rn.

Fuente: Elaboración Propia en base a “Trabajos Prácticos de Geografía Humana” (1988).

NODO	LOCALIDAD URBANA	LOCALIDAD PRÓXIMA	DISTANCIAS ABSOLUTAS (KM).
1	Santiago del Estero	2	6, 0 Km
2	La Banda	1	6, 0 Km
3	Termas de Río Hondo	26	52,0 Km
4	Frías	9	100,0 Km
5	Añatuya	24	19,1 Km
6	Quimilí	23	74,3 Km
7	Fernández	17	9,9 Km
8	Monte Quemado	15	86,0 Km
9	Loreto	25	42,0 Km
10	Clodomira	32	10,0 Km
11	Suncho Corral	29	26,3 Km
12	Villa Ojo de Agua	31	23,8 Km
13	Bandera	22	50,0 Km
14	Beltrán	17	9,6 Km
15	Campo Gallo	23	51,2 Km
16	Sumampa	31	20,0 Km
17	Forres	14	9,6 Km
18	Pampa de los Guanacos	28	43,5 Km
19	Nueva Esperanza	26	109,5 Km
20	Pinto	13	46,7 Km

EN BÚSQUEDA DE LA INTEGRACIÓN TERRITORIAL. PROPUESTA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA URBANO
DE LA PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO, ARGENTINA
JUAN PABLO PEREYRA

21	Colonia el Simbolar	17	20, 2 Km
22	Los Juríes	13	50,0 Km
23	Tintina	15	51,2 Km
24	Colonia Dora	5	19,1 Km
25	Villa Atamisqui	9	42,0 Km
26	Pozo Hondo	3	52,0 Km
27	Selva	20	90,0 Km
28	Sachayoj	18	43,5 Km
29	Garza	11	26,3 Km
30	Los Telares	16	44,2 Km
31	Sol de Julio	16	20,0 Km
32	Simbolar	10	10,0 Km
33	El Zajón	1	8,2 Km
DISTANCIAS TOTALES			1.272, 2 Km
DISTANCIA MEDIA			38, 5 Km

Tabla 1: Distancias absolutas entre localidades urbanas próximas de la provincia de Santiago del Estero. Fuente: Elaboración propia con base a IGN y aplicación de software Google Earth Pro.

Con respecto a los desequilibrios en un sistema urbano, podrían surgir no sólo por una irregular distribución espacial de los núcleos de población, sino también por una irregular distribución de sus tamaños⁶ (Tabla 2 y Figura 10).

RANKING	LOCALIDADES URBANAS	POBLACIÓN (INDEC 2010)
1	Santiago del Estero	252.192
2	La Banda	106.441
3	Termas de Río Hondo	32.166
4	Frías	26.649
5	Añatuya	23.286
6	Quimilí	15.052
7	Fernández	12.886
8	Monte Quemado	12.543

⁶ Carrera C. y otros (1988). Trabajos Prácticos de Geografía Humana. Madrid. Editorial Síntesis. p. 210.

9	Loreto	10.996
10	Clodomira	9.661
11	Suncho Corral	7.201
12	Villa Ojo de Agua	6.776
13	Bandera	6.536
14	Beltrán	6.352
15	Campo Gallo	6.222
16	Sumampa	5.559
17	Forres	5.463
18	Pampa de los Guanacos	5.273
19	Nueva Esperanza	5.145
20	Pinto	4.678
21	Colonia el Simbolar	4.197
22	Los Juríes	3.833
23	Tintina	3.537
24	Colonia Dora	3.364
25	Villa Atamisqui	3.289
26	Pozo Hondo	3.249
27	Selva	2.878
28	Sachayoj	2.777
29	Garza	2.584
30	Los Telares	2.573
31	Sol de Julio	2.437
32	Simbolar	2.344
33	El Zajón	2.290

Tabla 2: Población de las localidades urbanas de la provincia de Santiago del Estero.
Fuente: Elaboración propia con base a estadísticas de INDEC 2010.

Ante el mencionado planteamiento, existe el *Índice de Primacía*, mediante el cual se compara el tamaño demográfico de la ciudad mayor respecto a las tres ciudades siguientes.

Seguidamente, es necesario determinar el grado de vinculación de las localidades urbanas, siendo fundamental la producción de *cartografía de relaciones topológicas*.

Esta técnica, para el análisis de conectividad entre los centros urbanos, se basa en el análisis cartográfico tomando como base mapas políticos oficiales de la

provincia de Santiago del Estero, siendo los más adecuados los producidos por el Instituto Geográfico Nacional (Figura 4). En función a los mismos se establecieron los siguientes pasos:

1. Identificación *centros urbanos*.
2. Identificación de la red de rutas disponible en la provincia.
3. Generación de cartografía temática de *relaciones topológicas*. Cuyos elementos importantes son:
 - Nodos: centros urbanos.
 - Arcos: segmentos lineales que representan las vías terrestres de conexión.
 - Grafos: conjunto de nodos y arcos.
4. Interpretación de las relaciones aparentes entre los centros urbanos determinando zonas jerárquicas de conexión.

El análisis del *sistema urbano* abordado, constituye el propósito fundamental para la acción planificadora del ordenamiento territorial de esta provincia, lo cual obliga a retomar el concepto de jerarquías urbanas. Según los planteos de Walter Christaller, en su *teoría de los lugares centrales*, la función fundamental de un *núcleo urbano* es la de proveer de bienes y servicios en ámbitos más o menos extenso. Siendo emergente el concepto de *centralidad*, la cual puede ser medida mediante la cantidad y la calidad de bienes y servicios ofrecidos, permitiendo determinar la *jerarquía de las ciudades*. Cuanto mayor es la variedad de bienes y servicios ofrecidos por cada ciudad, mayor es su influencia dentro de una escala jerárquica del sistema urbano.

La realidad del territorio en estudio, muestra dinámicas de interrelación socio-económica heterogeneidad ante la *asimetría de conectividad*⁷.

⁷ PEREYRA, J. P. (2018). *La complejidad de sistemas urbanos en territorios singulares*. Disponible en: <http://revistatrazos.ucse.edu.ar/index.php/2018/07/02/la-complejidad-sistemas-urbanos-territorios-singulares/>

Por un lado, las localidades urbanas del centro-oeste santiagueño experimentan máximos flujos de intercambio de bienes y servicios. No solo por la proximidad de las mismas, sino por la disponibilidad de una densa infraestructura vial en condiciones óptimas que permite la existencia de servicios de transportes públicos y de mercancías de frecuencias constante. Así también, se advierte el emplazamiento de complejos agro-industriales orientados a la exportación, destacándose la producción de carne vacuna y derivados de la soja. Esas potencialidades permitió el crecimiento urbano y el despegue económico en los últimos diez años de localidades urbanas como Fernández, Forres y Beltrán. En tanto la ciudad de Termas de Río Hondo, como polo turístico internacional, ha mejorado su infraestructura de conectividad con la inauguración de un aeropuerto internacional. Y como polo rector provincial, el conglomerado Santiago del Estero-La Banda ejerce influencia plena como centro comercial y logístico que articula interrelaciones intra-provincial e interprovincial con las capitales de las provincias de Tucumán y Córdoba.

En una realidad socio-espacial contraria al caso ya expuesto, las demás localidades urbanas de la provincia, manifiestan flujos de intercambio considerablemente menor y fragmentado. Los servicios de transporte público son ineficientes entre localidades urbanas lejanas a la ciudad capital, sobre todo las que están localizadas en el norte, este y sur de la provincia. Debido a la inadecuada infraestructura vial, no existen servicios de transporte de calidad, incluso hacia la misma capital provincial. Por lo cual los movimientos económicos son débiles, fragmentados y temporarios. De hecho, algunas ciudades del interior lejano tienen la posibilidad intercambio económico debido a sus emplazamientos a la vera de rutas nacionales como la ruta 34 y la ruta 9 (Ej: Loreto, Colonia Dora, Pinto, etc).

Consecuentemente, para el mejoramiento de la integración del territorio santiagueño, se seleccionó un modelo idóneo para delimitar áreas de *influencia teóricas*, conocido como **“Polígonos de Thiessen”** cuyos límites determinan *regiones ideales* basadas en la equidistancia entre *centros urbanos* considerados en el estudio. El resultado, constituye un conjunto de áreas que permite equilibrar las influencias de ciudades seleccionadas distribuidas en el territorio.

Este modelo contribuye a un marco de referencia desde la perspectiva del equilibrio espacial. Por lo tanto, se representan las localizaciones exactas de centralidades (localidades urbanas) y las áreas que se proyectan esquemáticamente, dibujando límites equidistantes entre las ciudades seleccionadas vecinas. De tal modo, se generan *polígonos geométricos de influencias teóricas* de cada centro en condiciones ideales, es decir, influencias homogéneas de potenciales servicios proyectadas desde cada centro urbano.

Este procedimiento teórico, se sustenta en el *principio del esfuerzo mínimo*⁸ y presupone la uniformidad del espacio analizado.

La generación de áreas y centros se realiza mediante localizaciones reales y se debe aplicar los siguientes pasos:

- A. Se seleccionan los *centros referentes* del territorio.
- B. Se unen cada centro próximo a través de líneas rectas.
- C. Se trazan otras líneas perpendiculares en el punto medio de cada recta para generar polígonos (figura 5)

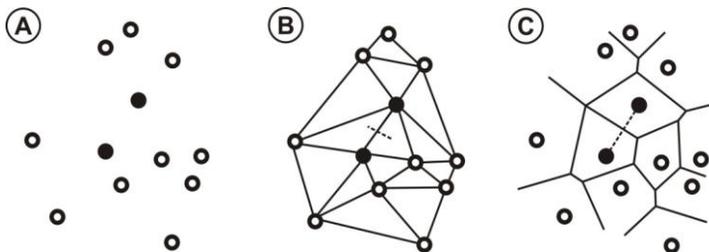


Figura 5. Etapas de construcción de polígonos de Thiessen alrededor de centros. Fuente: (Hagget, Peter, 1976, p. 320).

⁸ Molina de Buono, G. y Furlani de Civit, M. E. (1987-1988). *Áreas de influencia. Metodología y procedimientos para delimitar superficies afectadas por un punto*. Revista Universitaria de Geografía Vol. 3 Nº 1. P. 134

La propuesta para optimizar el funcionamiento del sistema urbano santiagueño, está focalizada en la creación de **regiones modélicas Thiessen**, las cuales resultan de centralidades urbanas con localizaciones estratégicas.

Cabe aclarar, que esta propuesta científica expone un análisis espacial endógeno, respetando la potestad e incumbencias del estado provincial como entidad política que dispone y administra los recursos del territorio que gobierna. Lo que representaría un instrumento innovador para una provincia con estructura funcional centralizada y desarticulada.

Así también, se debe advertir la inserción funcional de la estructura nodal intra-provincial con una red urbana inter-regional. Por lo cual, es posible afirmar también, que la red urbana santiagueña está conectada a una red urbana interregional y en un sistema urbano abierto que articula intercambios de bienes y servicios entre las regiones del NOA⁹ y NEA¹⁰. Siendo relevante destacar conectividades con ciudades-municipios con más de 20.000 habitantes de provincias contiguas (Figura 8), las cuales reflejan flujos de diferentes grados de intensidad, condicionados por la infraestructura vial disponible. En el ámbito interprovincial, los mayores intercambios económicos se manifiestan entre la ciudad capital santiagueña y la ciudad de San Miguel de Tucumán, ya que esta última abastece de mayor diversificación de bienes y servicios especializados. Seguidamente, las ciudad de Córdoba ejerce intensos movimientos comerciales y es destacable los servicios vinculados a la salud y formación universitaria.

Como caso ejemplificador, existen empresas de servicios de transporte con una gran flota de buses que unen con frecuencias constantes, la ciudad de Santiago del Estero, San Miguel de Tucumán y Córdoba capital. Dichas empresas articulan y combinan conexiones con otras empresas de distancias mayores que unen la capital argentina con las metrópolis del NOA y las metrópolis de la región del Cuyo con el NEA.

⁹ Noroeste argentino

¹⁰ Noreste argentino

Regresando íntegramente al estudio del territorio santiagueño, se seleccionó a nueve ciudades como *nuevas centralidades* para la construcción de *Regiones Thiessen* (Figura 7), cuyos criterios considerados importantes son:

- **Criterio 1: Volumen de población de las localidades urbanas.** Específicamente aquellas que superaron el umbral de los 10.000 habitantes en el último censo de población (2010). Las mismas se consolidan como centros de concentración de bienes y servicios en proceso de diversificación e innovación.
- **Criterio 2: La posición geográfica estratégica.** Reviste importancia como nodos referenciales de áreas con escasos centros urbanos próximos, con gran cantidad de población rural circundante y como centro de conexiones con ciudades de mayor jerarquía.
- **Criterio 3: La especialización económica.** Además de coincidir con alguno de los criterios anteriores, las ciudades seleccionadas ofrecen bienes y servicios con cierto grado de diversificación y de especialización articuladas con las áreas rurales circundantes.

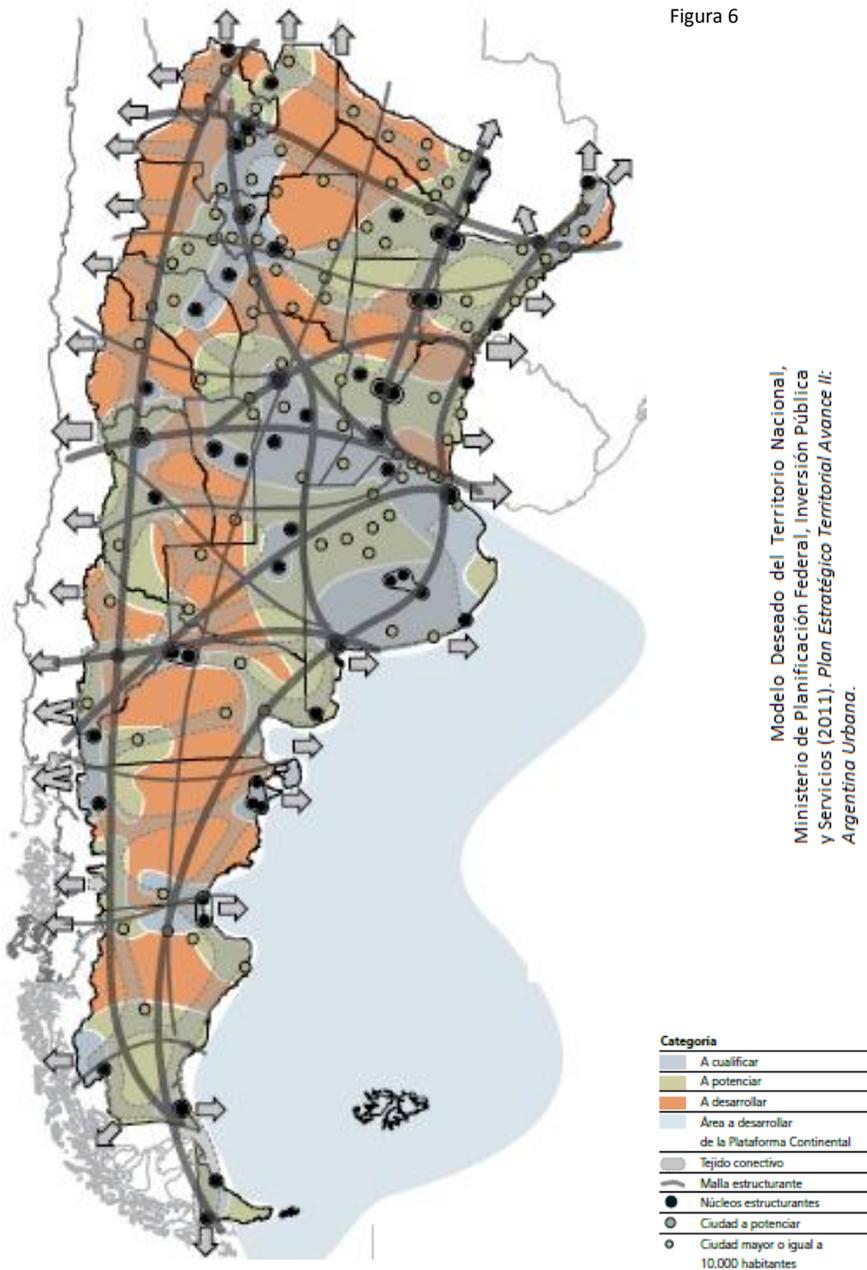
Las mencionadas consideraciones orientarían a la formulación de un plan *matriz para el ordenamiento territorial* que beneficiaría o mejoraría la integración del territorio provincial. Las localidades urbanas seleccionadas que cumplen todos o dos de los criterios mencionados, se las denominan **ciudades referentes territoriales**: *Santiago del Estero, La Banda, Termas de Río Hondo, Frías, Añatuya, Quimilí, Fernández y Monte Quemado (Criterio 1,2 y 3) y Ojo de Agua (Criterio 2 y 3)*.

La organización modélica propuesta para el territorio santiagueño, podría considerarse congruente al **modelo deseado del territorio nacional** (Figura 6) expuesto en cartografía sobre “categorías de dinámica y organización territorial” (Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, 2011, 51). Sobre todo, poniendo en foco a las categorías “área a desarrollar” que comprende los departamentos septentrionales y meridionales, así también la categoría “área a potenciar” dispuesta para los departamentos del sector centro oriental. Las *ciudades referentes territoriales*, se constituirían como centros rectores de

recursos explotables, para desarrollar sus áreas de influencia en función a la producción económica dominante.

Esta mirada integral, favorecería a la optimización de infraestructuras de conectividad a centros referentes como Monte Quemado (distrito forestal), Quimilí (centro agro-ganadero), Añatuya (centro agro-ganadero y ladrillero), Frías (centro de ganadería bovina y caprina extensiva) y Ojo de Agua (Centro minero a explotar: Salinas).

Figura 6



Claramente se reflejan potencialidades que podrían desarrollarse, en función a la jerarquía urbana del conjunto de centralidades referentes seleccionadas.

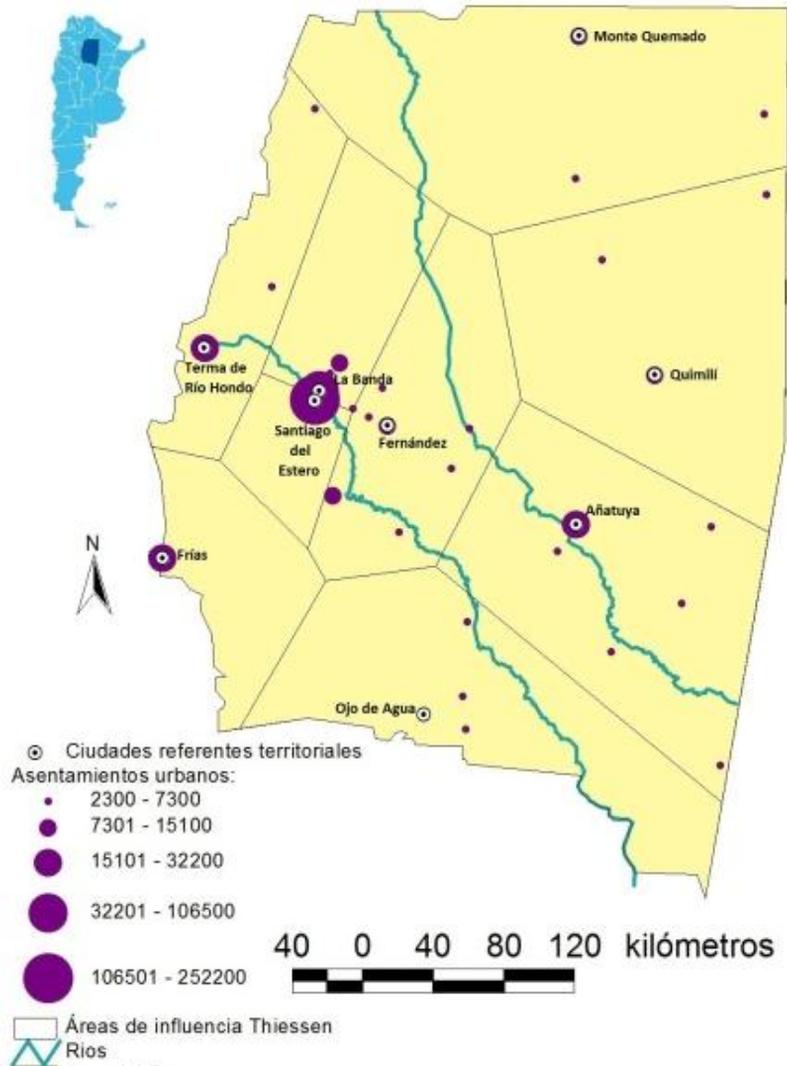


Figura 7: Sistema urbano y regiones Thiessen en función a ciudades referentes territoriales de la provincia de Santiago del Estero

Fuente: Elaboración propia en base a cartografía de IGN y estadísticas de INDEC 2010.

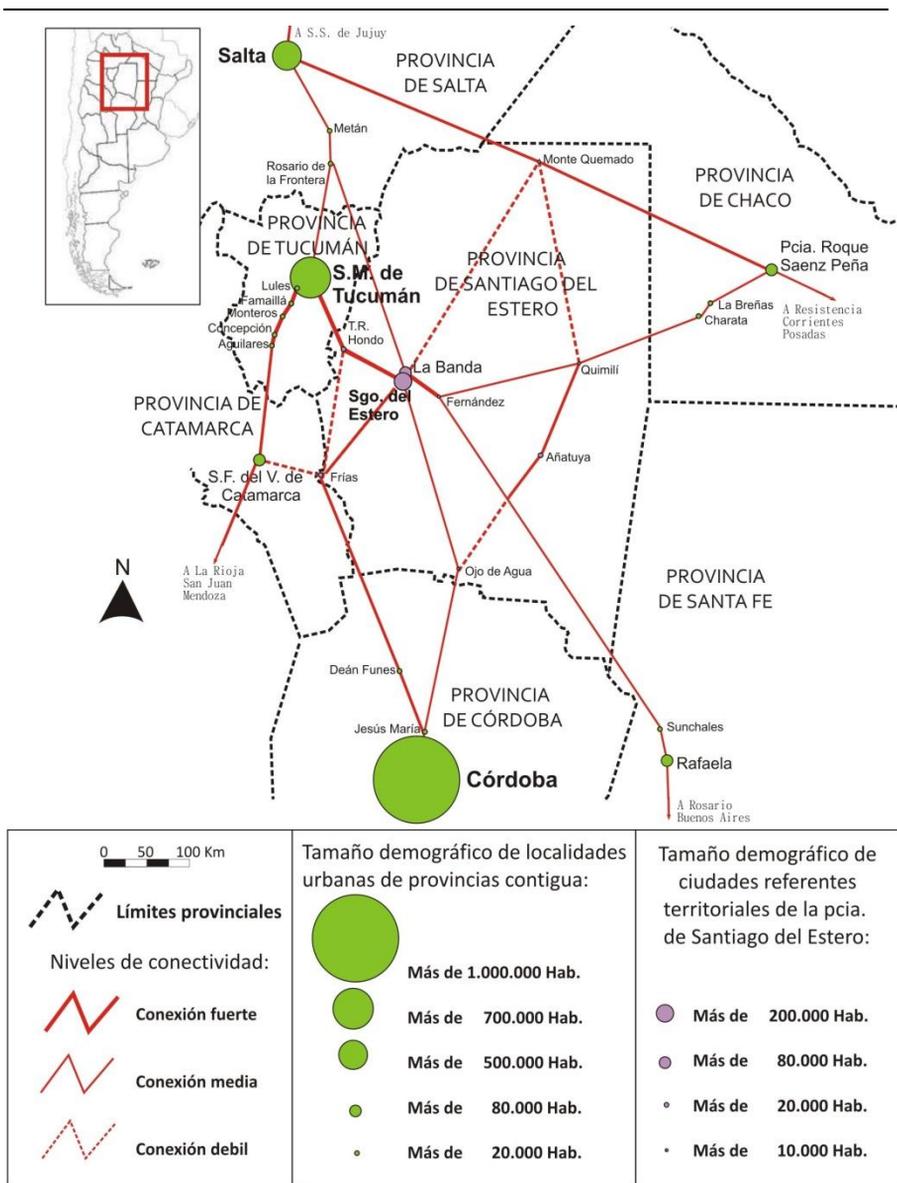


Figura 8: Conectividad de ciudades referentes territoriales de la provincia de Santiago del Estero a la red urbana inter-regional (Regiones NOA y NEA).

Fuente: elaboración propia en base a datos de INDEC 2010 y Cartografía de IGN

En síntesis, el estudio de las particularidades del sistema urbano santiagueño, conduce a la valoración de propuestas científicas como:

- La redistribución de actividades económicas que fomenten el desarrollo de nuevas centralidades en el interior del territorio.
- El fomento de especialización económica y funcional de los núcleos urbanos para lograr una mejor complementariedad y una jerarquizada organización en el territorio.

La figura 9 es resultado de la superposición de capas de información, cuya base corresponde a una cartografía satelital base publicada en la web del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Constituye un dispositivo inicial para el desarrollo del plan de ordenamiento territorial en función a influencias que buscan integración plena del territorio. Las regiones Thiessen de menor superficie son las que disponen de mayor número de localidades urbanas y de mejores condiciones de conectividad. Estas áreas de influencias modélicas occidentales resultan de centros referenciales como Santiago del Estero, La Banda, Terma de Río Hondo y Fernández; las cuales articulan unidas, el área de mayor dinamismo socio-económico. Respecto a las demás regiones Thiessen (norte, este y sur), se puede advertir claras desventajas que afectan a los intercambios, tanto por las grandes extensiones como por las conectividades poco integradas. Las rutas nacionales representan ejes conexión orientadas a la ciudad capital y, la mayoría de las rutas provinciales se encuentran en condiciones deplorables.

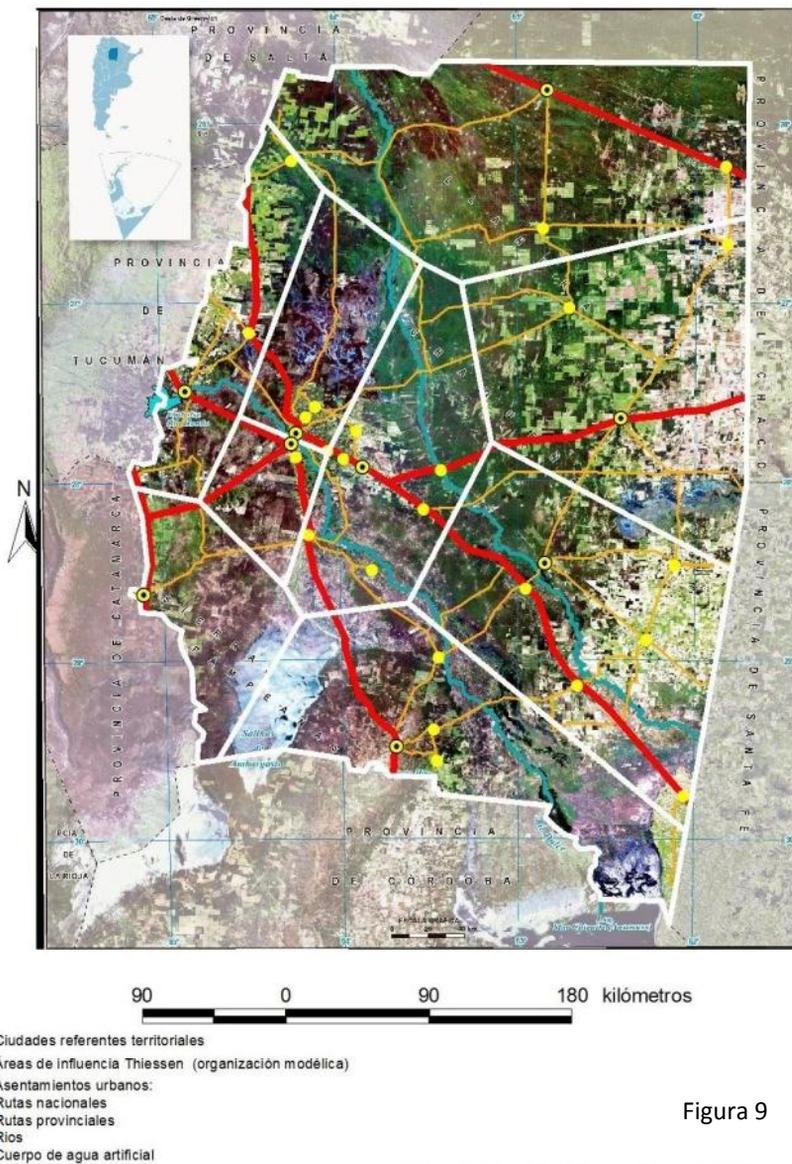


Figura 9

Sistema de localidades urbanas, red vial y regiones Thiessen de la provincia de Santiago del Estero.
Fuente: Elaboración propia en base a cartografía de IGN y estadísticas de INDEC 2010

RESULTADOS

Ante la evidente polarización demográfica cabe indagar, además de los factores ambientales, también los factores socio-económicos que han influido en los patrones de distribución de la población.

En efecto, en el territorio santiaguense, el valor resultante del *Índice Rn* es **1,09**; por lo que se interpreta que *la distribución de las localidades urbanas es aleatoria con tendencia a la concentración espacial* (Ver figura 3), sobre todo en el centro oeste. Se evidencia una “*zona de polarización urbana*”, ante la proximidad de 9 de las 33 ciudades, las cuales aglutinan al 66% de la población urbana, siendo el núcleo mayor la ciudad capital (Figura 10). Esta zona dispone de múltiples potencialidades para el desarrollo local y es denominada *abanico aluvial del río Dulce*, un espacio fértil favorecido por un sistema de canales de regadío que beneficia la actividad agropecuaria. Así también, es valorado actualmente por la expansión del mercado inmobiliario ante la progresiva demanda de tierras destinadas a condominios vacacionales y agro-industriales.

Como consecuencia, se manifiesta una nueva condición geográfica que emerge en unos escenarios geográficos que cambian rápidamente (Ciccolella, 2014: 79). Pero tales procesos de cambio focalizados, no surtieron efecto positivo en las demás ciudades, ya sea por la lejanía o por la incompleta conectividad terrestre del sistema urbano en estudio.

En cuanto al *Índice de Primacía* en esta provincia resultó 60,4, demostrando una primacía en favor de la primera ciudad en volumen demográfico con tendencia a una *macrocefalia* (Figura 10). Consecuentemente, se distingue otro indicador de desequilibrio territorial influida por fenómenos socio-económicos que favorecen a la principal metrópolis y a la segunda ciudad del sistema: La Banda con la cual conforma un conurbano, ambas emplazadas en la ya mencionada *zona demográfica polarizada*. En dicho conurbano habitan en la actualidad casi 400.000 habitantes y experimenta un auge de incipiente desarrollo económico que agudizaría la polarización demográfica y la primacía urbana en el futuro, en detrimento de los demás núcleos del sistema.

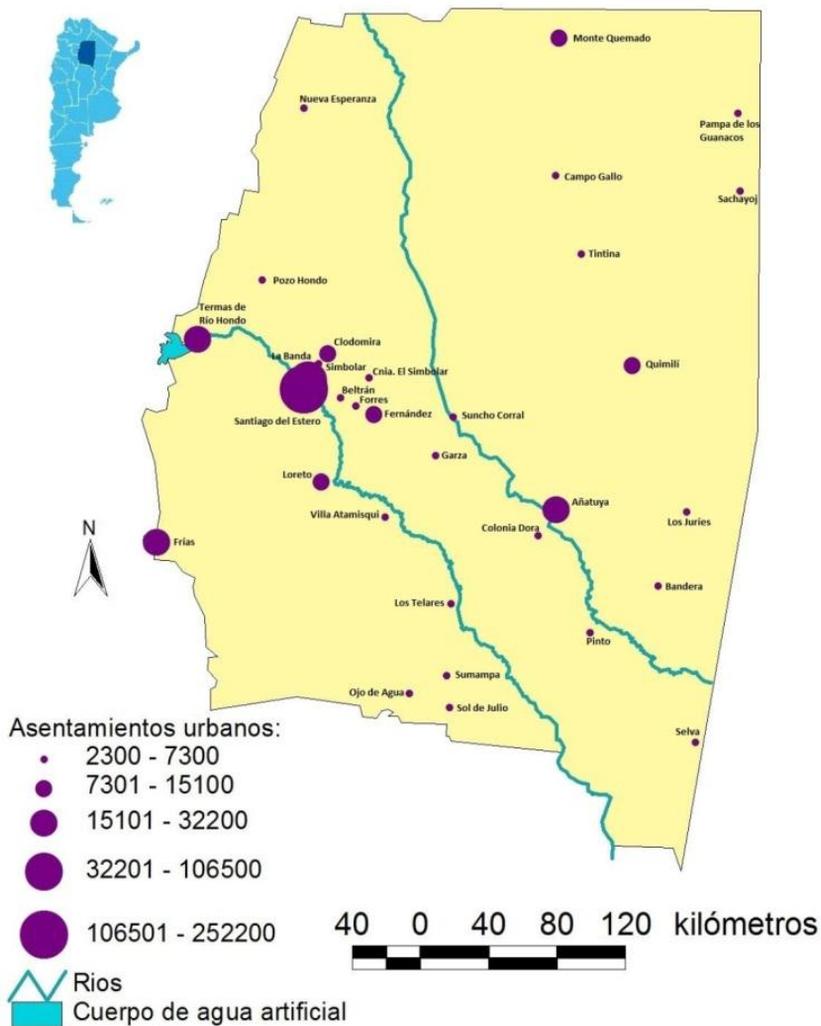


Figura 10: Sistema urbano de la provincia de Santiago del Estero

Fuente:

Elaboración propia en base a cartografía de IGN y estadísticas de INDEC 2010

A partir de la producción del *mapa de relaciones topológicas* (Figura 11) y de la información disponible, se determinó las siguientes zonas jerárquicas de

conectividad terrestre, a partir de relaciones topológicas resultantes e interpretada entre los 33 centros urbanos:

Zona jerárquica de conexión fuerte: comprende los cuatro departamentos más poblados del centro oeste de la provincia, las tres ciudades más pobladas de la provincia y otras menores. Esta zona dispone ventajosas condiciones de conectividad por la densa infraestructura vial nacional y provincial que optimiza la circulación de diferentes rodados. Estas beneficiosas características están asociadas a las potencialidades socioeconómicas emergentes y a la impronta del turismo termal en ciudad de Termas de Río Hondo.

Zona jerárquica de conexión media: abarca el resto del territorio provincial, en donde si bien existe una extensa red longitudinal de rutas nacionales y provinciales, la circulación y la accesibilidad en muchos de sus centros urbanos es menor. Como claras debilidades se detecta la escasa accesibilidad en localidades urbanas periféricas, debido a que muchas de ellas cuentan con una sola vía de acceso (Ej: Villa Atamisqui, Sumampa, Garza y Colonia el Simbolar).

Zona jerárquica de conexión débil: se manifiesta en la periferia norte y sur de la provincia, donde existen vías de conectividad pero aún no están bien consolidadas dado que constituyen caminos de tierra. Este tipo de vías terrestres, inaccesibles en días de abundantes precipitaciones, conectan centros urbanos del norte como Nueva Esperanza con Monte Quemado y Campo Gallo (distancias superiores a 100 Km), y en el sector sur Sumampa con Pinto y Colonia Dora. Se evidencia también, que la localidad urbana de Sol de Julio es la más aislada de toda la provincia, dado que es la única que está conectada con otros centros urbanos mediante estos caminos de condiciones deficientes.

Este análisis demuestra escasa *conectividad* entre las ciudades del sistema y por lo tanto, problemas de *integración intra-territorial*. Situación agudizada por políticas estatales que favorecen al centro oeste de la provincia y retrasan el despegue económico de las ciudades del interior de la provincia. Además, condiciona el crecimiento de la población cualificada, ya que parte de población activa debe migrar a la ciudad capital o a otros destinos nacionales para la búsqueda de mejores plazas laborales.

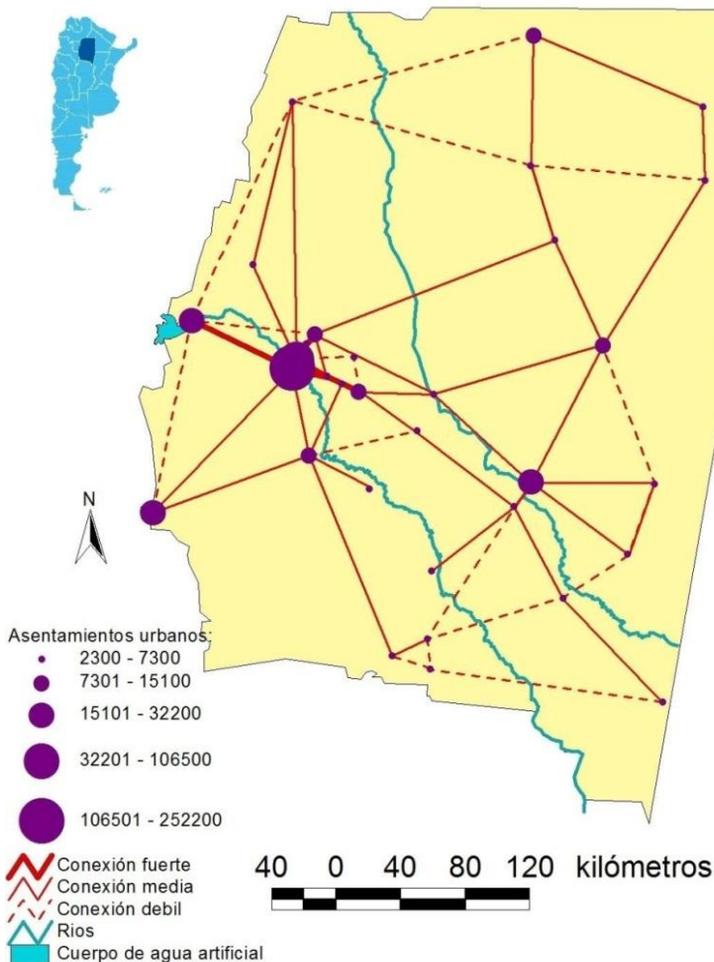


Figura 11: Relaciones topológicas del sistema urbano de la provincia de Santiago del Estero

Fuente: Elaboración propia en base a cartografía de IGN y estadísticas de INDEC 2010

Las nueve **ciudades referentes territoriales** brindarían servicios especializados a las demás localidades urbanas dentro de sus respectivas *regiones Thiessen*, y a su vez, estas servirían a las poblaciones rurales. En efecto, el funcionamiento del territorio se consolidaría mediante la construcción o remodelación de vías

terrestres que permitan conectividad fluida entre las centralidades de cada región Thiessen. Así también, fomentando la vinculación con centros urbanos de provincias contiguas según localizaciones y proximidades. Las consideraciones planteadas permiten un avance a un *plan matriz de ordenamiento territorial* (Figura 12) basado en los siguientes criterios:

- ✓ El sistema de asentamientos debe propiciar un desarrollo territorial equilibrado a merced de cada elemento constitutivo que favorezca al logro de una máxima calidad de vida.
- ✓ El equilibrio en cada *localidad urbana* responde al principio de sostenibilidad y presupone evitar sobrepasar la capacidad de cada territorio concreto para absorber la presión de la actividad.
- ✓ El equilibrio entre los asentamientos evoca al principio de equidad y pretende evitar fuertes contrastes entre territorios que pueden ser causa de conflictividad y disfuncionalidad.
- ✓ Una adecuada organización del sistema de ciudades garantiza su eficiencia, ya que la *red de asentamientos* puede ser el principal factor de desarrollo socio-económico. Lo cual orienta la integración del propio territorio y potencia vínculos regionales.

Hasta aquí, este abordaje intenta ofrecer una visión amplia y sinóptica de las relaciones espaciales que se derivan de los asuntos humanos¹¹, característica ineludible de la Geografía Humana. Así mismo reafirmar que esta disciplina socio-espacial, tiene que ver con las relaciones existentes entre los fenómenos sociales y los del mundo material¹², lo cual se busca exponer por medio del estudio de este territorio provincial singular.

¹¹ Puyol, R. Estebanez, J. y Mendez, R. (1995). *Geografía Humana*. Madrid, Ediciones Cátedra, p.10.

¹² ROMERO, Juan (Coord). (2004, 2007 Y 2010) *Geografía Humana. Procesos, riesgos e incertidumbres en el mundo globalizado*. 2ª Edición. Barcelona. Ariel. P.29.

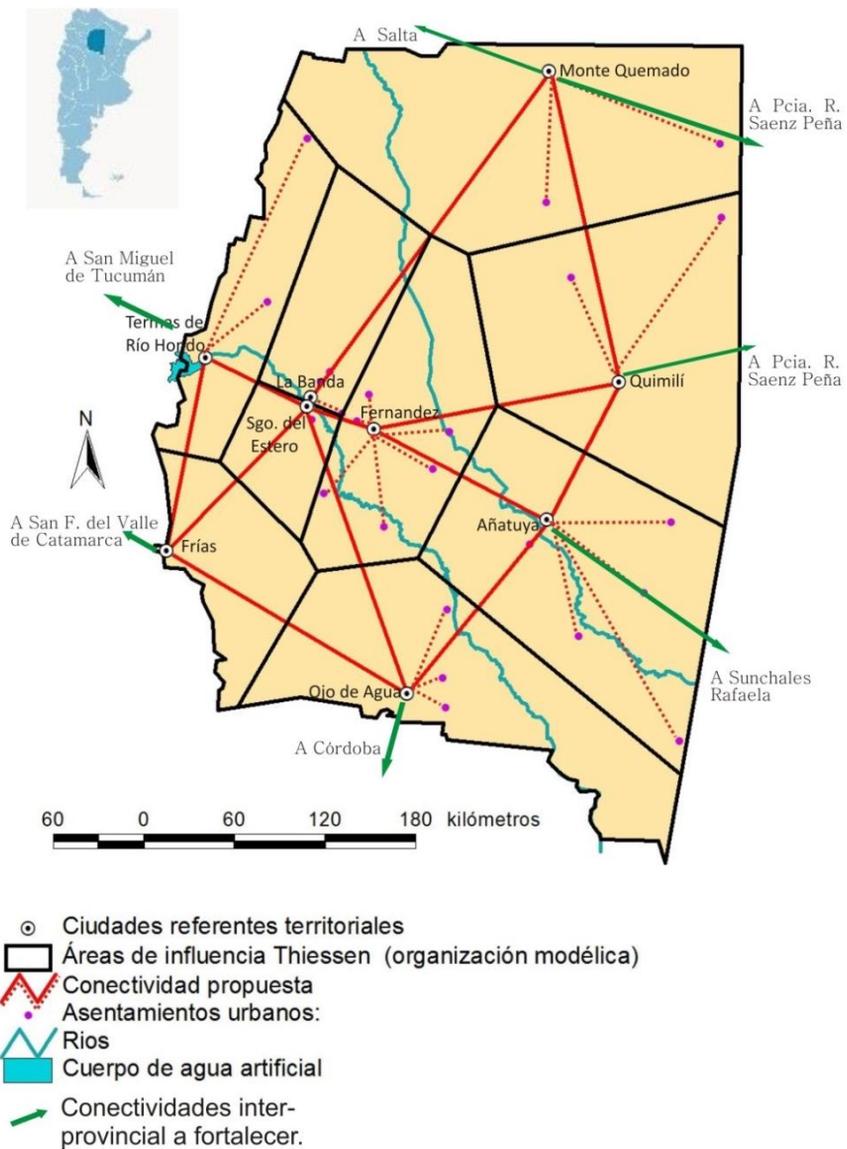


Figura 12: Organización territorial modélica para la provincia de Santiago del Estero

Fuente: Elaboración propia en base a cartografía de IGN y estadísticas de INDEC 2010.

DISCUSIÓN

La estructura y complejidad de un sistema urbano singular, representan la impronta en la *organización territorial* de múltiples realidades espaciales. Por tal motivo, este abordaje referido a la provincia de Santiago del Estero, es posible asociarlo a investigaciones desarrolladas en contextos territoriales similares y con propósitos operativos semejantes.

Por un lado, la CEPAL¹³ publicó en 2013 la obra “*Análisis del sistema urbano regional para el ordenamiento territorial*” en el ámbito del territorio chileno. Esta investigación, constituye un instrumento científico referencial que analiza a sistemas urbanos singulares mediante metodologías, conceptos y propuestas tendientes a la planificación territorial. Con respecto al ordenamiento territorial se interesa en el estudio de la forma del sistema urbano, determinando la distribución espacial de ciudades y sus respectivos tamaños mediante el uso de técnicas como el índice Rn o vecino próximo y el índice de primacía. Lo cual se manifiesta una clara consonancia con el estudio aplicado en este territorio provincial (Tablas 1 y 2 – Figura 10).

Así también, esta publicación científica expone el *modelo de Red Urbana-Regional*, en el cual la ciudad constituye un sistema abierto e interrelacionado con otras y los *sistemas de infraestructuras* manifiestan flujos determinados por el transporte, energía y comunicación. Constituye un modelo de análisis territorial afín a las relaciones topológicas reflejadas en el mapa 8. Este procedimiento permitió la determinación de zonas de conexiones jerárquicas, que invitan a plantear una planificación territorial orientada a la integración.

En cuanto a la propuesta del plan matriz de ordenamiento territorial para la provincia de Santiago del Estero, mediante la construcción de Regiones Thiessen, está estrechamente vinculada a la investigación “*Rede Urbana e Integração Produtiva no Brasil e na América do Sul*”, llevada a cabo en 2015 por organismos e

¹³ Comisión Económica para América Latina y el Caribe – Santiago, Chile

instituciones como IPEA¹⁴, IPARDES¹⁵ y CEPAL¹⁶. Las mismas, pretenden contribuir a la formulación de políticas públicas de integración y articulación del sistema urbano de América del Sur. Expresa con claridad la noción red urbana y resalta la importancia de la estructura de un sistema urbano, lo cual revela la distribución de las ciudades y las características de desarrollo socio-económico de una determinada porción de territorio. En consonancia con la publicación anterior, la investigación titulada “Cómo pensar lo urbano en América del Sur”¹⁷, se exponen las nuevas “geografías de la urbanización” como contextualización regional de los “Estudios Urbanos Comparados” aplicados a las ciudades de San Miguel de Tucumán (Argentina) y Curitiba (Brasil).

Otro aporte idóneo destacable a esta propuesta científica, es la obra “*Teoría y práctica para una ordenación racional del territorio*” de Luis Galiana y Julio Vinuesa, concibe a los sistemas de asentamientos como el principal eje vertebrador del territorio, cuyo estudio y actuación, orienta a un plan de ordenamiento territorial.

CONCLUSIÓN

El tratamiento estadístico, *el abordaje cuantitativo* y la *producción cartográfica* vislumbran una aproximación respecto a la *configuración del sistema urbano* del territorio santiagueño. Por lo cual, ha sido necesario repensar estratégicamente el sistema de asentamientos dominante a partir de la elección de nuevas *centralidades urbanas* que ejerzan influencias equilibradas en el territorio

¹⁴ Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada: Fundación pública vinculada a la Secretaría de Asuntos Estratégicos de la Presidencia de la República de Brasil.

¹⁵ Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social

¹⁶ Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe – Río de Janeiro, Brasil

¹⁷ Castreghini, O; Casares, M.D.; Da Silva, M.N.; Czytajlo, N.P.; Volochko, D. (2016). *Estudios urbanos comparados*. San Miguel de Tucumán: Ed. Universidad Nacional de Tucumán. pp. 83-100.

(*Regiones Thiessen*). En efecto, es necesario reestructurar y mejorar la red de rutas para fortalecer las conexiones mutuas y el dinamismo regional.

Como reflexión final, los resultados constituyen una propuesta para gestionar un *plan ordenamiento territorial* promoviendo el despegue económico de nuevas *centralidades* como nodos de abastecimiento y difusión de bienes y servicios a poblaciones históricamente postergadas. En sí, representa un instrumento planificador orientado a la gestación de políticas públicas que no deben pasar por alto los *principios de equidad y sostenibilidad*. Así también, constituye un dispositivo metodológico de uno de los abordajes de la Geografía Humana que sugiere menguar *desequilibrios socio-económicos* descubiertos y consolidar la anhelada *cohesión territorial*¹⁸.

En síntesis, desde una mirada intra-territorial, la dinámica socio-económica estaría organizada y dinamizada por nuevas influencias de *centralidades urbanas referentes*. Y desde una perspectiva regional, mejoraría la articulación y conectividad inter-urbana del “Norte Grande Argentino”.

BIBLIOGRAFIA

BUZAI, G. (2014). *Mapas sociales urbanos*. Buenos Aires: Lugar Editorial.

CARRERA, C., DEL CANTO, C.; GUTIERREZ, J.; MENDEZ, R.; PÉREZ, C. (1988). *Trabajos Prácticos de Geografía Humana*. Madrid: Síntesis S.A.

CEPAL (2013). *Análisis del sistema urbano regional para el ordenamiento territorial*. Santiago de Chile. Disponible en: www.cepal.org/es/publicaciones/36818-guia-analisis-sistema-urbano-regional-ordenamiento-territorial.

CEPAL (2015). **Rede Urbana e Integração Produtiva no Brasil e na América do Sul. Rio de Janeiro, Brasil.** Disponible en: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/150820_book_rede_urbana_integracao.pdf

CICCOLELLA, P. (2014). *Metrópolis Latinoamericanas*. Buenos Aires: Editorial el café de las ciudades.

¹⁸ Goncalves Egler, C. A.; Carvalho Bessa, V.; De Freitas Goncalves, A. (2013). *Dinâmica territorial e seus rebatimentos na organização regional do estado de São Paulo*. Revista franco-brasilera de geografia Confins

-
- CASTREGHINI, O.; CASARES, M.D.; DA SILVA, M.N.; CZYTAJLO, N.P.; VOLOCHKO, D. (2016). *Estudios urbanos comparados*. San Miguel de Tucumán: Ed. Universidad Nacional de Tucumán.
- FUENZALIDA, M., BUZAI, G.; MOREONO JIMENEZ A.; GARCÍA DEL LEÓN, A. (2015). *Geografía, Geotecnología y Análisis Espacial*. Santiago de Chile: Editorial Triángulo.
- FURLANI DE CIVIT, M. E. y MOLINA DE BUONO, G. (2001) *Aclaraciones sobre áreas de influencia frente a efímeros territorios organizacionales*. Mendoza: Facultad de Filosofía y Letras de U.N.C.
- GAGLIANA, L. y VINUESA, J. (2010). *Teoría y práctica para una ordenación racional del territorio*. Madrid: Editorial Síntesis.
- GONCALVES EGLER, C. A.; CARVALHO BESSA, V.; DE FREITAS GONCALVES, A. (2013). ***Dinâmica territorial e seus rebatimentos na organização regional do estado de São Paulo. Revista franco-brasilera de geografia Confins***
- HAGGETT, P. (1976). *Análisis Locacional en la Geografía Humana*, Barcelona: Gustavo Gili, S.A.
- INDEC. (2010). *Censo Nacional de Población*. Disponible en: redatam.indec.gov.ar/argbin/RpWebEngine.exe/PortalAction?BASE=CPV2010B. Consulta: 20/07/2017
- IGN. (2017). *Publicaciones del Instituto Geográfico Nacional*. Disponible en: <http://www.ign.gob.ar/images/MapasWeb/SANTIAGO-DEL-ESTERO/SANTIAGO-DEL-ESTERO-SATELITAL-WEB.jpg> Consulta: 07/2018
- MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS (2011) *Plan Estratégico Territorial Avance II: Argentina Urbana*. Buenos Aires: Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.
- MOLINA DE BUONO, G. y FURLANI DE CIVIT, M. E. (1987- 1988). *Áreas de influencia. Metodología y procedimientos para delimitar superficies afectadas por un punto*. Revista Universitaria de Geografía Vol. 3 Nº 1.
- PEREYRA, J. P. (2018). *La complejidad de sistemas urbanos en territorios singulares*. Disponible en: <http://revistatrazos.ucse.edu.ar/index.php/2018/07/02/la-complejidad-sistemas-urbanos-territorios-singulares/>
- PUYOL, R.; ESTEBANEZ, J. y MENDEZ, R. (1995). *Geografía Humana*. Madrid, Ediciones Cátedra.
- ROMERO, Juan (Coord). (2004, 2007 Y 2010) *Geografía Humana. Procesos, riesgos e incertidumbres en el mundo globalizado*. 2ª Edición. Barcelona. Ariel.

EL AUTOR

Juan Pablo Pereyra licenciado en Geografía por la Universidad Católica de Santiago del Estero. Se ha desempeñado, en la categoría especialista en Geografía, como miembro del equipo técnico de áreas curriculares del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la provincia de Santiago del Estero. Presentó en 2018 el proyecto curricular denominado *“Abordar una Geografía renovada desde problemáticas actuales y técnicas de representación”*, aprobado por el mencionado ministerio. Actualmente se desempeña como docente de nivel secundario en colegios de gestión privada como el Instituto Superior Monseñor Jorge Gottau y Big Ben School, así también, en educación secundaria en contexto de encierro (Penal N° 1), en la ciudad de Santiago del Estero.

juampystef@hotmail.com