Clasificaciones de la tierra: ¿provincias fitogeográficas, ecorregiones o paisajes?

Silvia D. Matteucci[1,2]; Mariana E. Silva[2]; Andrea F. Rodríguez[2]
[1]CONICET; [2]GEPAMA-FADU-UBA
Smatt03@gmail.com

Resumen

Este artículo surge de las preguntas formuladas por algunos investigadores y profesionales en relación a las diferencias y similitudes entre las provincias fitogeográficas de Cabrera (1976) y las ecorregiones propuestas por la Administración de Parques Nacionales (Burkart *et al.,* 1999). ¿Por qué necesitamos una clasificación de la tierra en complejos ecosistémicos si ya tenemos una clasificación en distritos fitogeográficos? ¿Por qué generar una clasificación sobre la base de observaciones en imágenes y de campo cuando existe un sistema como el de la FAO (2005) que se resuelve con un programa de computación?

En este artículo discutimos las similitudes y diferencias de los tres sistemas más usados en la Argentina, en cuanto a sus objetivos, estructura, diseños y aplicabilidad. Estos son el de Cabrera, el de UNESCO y el de FAO. Presentamos otros dos sistemas promisorios por su estructura, métodos y aplicabilidad (CORINE y ELCAI). Finalmente, comparamos estos sistemas con la clasificación de la tierra en ecorregiones y complejos ecosistémicos propuesta por Morello *et al.* (2012).

Introducción

Clasificación significa agrupar elementos de acuerdo a algún o varios criterios específicos. En el caso de objetos espacialmente explícitos; esto es, con una ubicación espacial que depende de la interacción entre el objeto a clasificar y las propiedades del sitio, la clasificación consiste en asignar el objeto a una clase según criterios definidos de antemano y cartografiar los resultados. Existen muchas variantes de clasificación de la tierra (''tierra'' como un espacio de características particulares, a toda escala de estudio o representación) o sus componentes, tanto por el objeto a clasificar como por los criterios y métodos de clasificación.

En principio, toda clasificación de la tierra es útil para diversos propósitos: sistematizar información existente; ordenar el conocimiento; diseñar un muestreo de variables físicas o bióticas; inventariar recursos; comprender asociaciones entre factores del ambiente y procesos ecológicos; generar un sistema de contenedores espaciales de datos que funcione como organizador de bases de datos biológicos, ecológicos y sociales; generar mapas para la transferencia de información; evaluar la aptitud de la tierra; planificar usos de la tierra sobre la base de la aptitud ecológica o de otro factor físico o biológico; planificar la conservación de servicios ecosistémicos (incluyendo la biodiversidad de especies); extrapolar resultados experimentales a unidades de tierra de similares propiedades; evaluar el impacto ambiental de usos de la tierra; diseñar reservas biológicas; registrar los cambios de cobertura y uso de la tierra, evaluar los impactos del cambio climático. Cada sistema de clasificación tiene propósitos específicos y diferentes criterios de clasificación. Los hay para clasificar un recurso (suelo, vegetación, comunidades, etc.) y para clasificar unidades integradas caracterizadas por conjuntos de factores (ecorregiones, paisaje, ecotopos, etc.).

Antes de iniciar la tarea es importante definir para qué se usarán los resultados de la clasificación y cómo se hará. Para simplificar esta tarea conviene conocer los métodos más destacados de clasificación. Hemos elegido los sistemas más usados para dar un pantallazo de las posibilidades, haciendo hincapié en ventajas y desventajas de cada uno en relación a los objetivos de la clasificación.

Generalidades sobre sistemas de clasificación de la tierra

El interés por la clasificación de la tierra se ha intensificado por la situación de creciente avance de las fronteras agropecuaria y urbana sobre los ambientes naturales, con la consiguiente pérdida de funciones ecosistémicas que son esenciales para la vida

sobre la tierra. El conocimiento de la distribución en el espacio de los ecosistemas naturales y espacios convertidos y de su dinámica, su potencial natural y su vulnerabilidad son esenciales para una planificación equilibrada del uso de la tierra. A nivel mundial, desde la década de 1970 ha aparecido un gran número de clasificaciones locales, nacionales e internacionales; en nuestro país, este estímulo llegó en la década de 1990, aunque para entonces ya se habían construido sistemas de clasificación univariados, como clima, suelo y vegetación en algunos países.

El advenimiento de las imágenes satelitales ha generado una gran variedad de bases de datos, sistemas de clasificación y leyendas. La variedad se debe a que los criterios de clasificación y mapeo son diversos, respondiendo a los objetivos. Algunos organismos se preocupan por la falta de armonía entre categorías y nomenclatura de diferentes regiones, ya que sería muy conveniente disponer de continuidad espacial en las descripciones para lograr la unificación en un sistema global, y esto ha desencadenado un boom en el ambiente de los ecólogos de paisaje, fitoecólogos, zooecólogos y todos aquellos que se dedican a construcción de mapas de distribución de características espacialmente explícitas.

Las clasificaciones espaciales varían en cuanto al objeto a cartografiar, que puede ser comunidades vegetales, asociaciones filogenéticas entre especies, tipos estructurales de vegetación, tipos de suelo, hábitats, paisajes, aptitud de la tierra, etc., etc. Las primeras clasificaciones tenían objetivos agronómicos y consistían en evaluar la aptitud de la tierra para la producción agrícola, sobre la base de propiedades del suelo. Estas clasificaciones del suelo se realizaron en USA y Alemania en la década de 1930 y en el Reino Unido en la de 1950. Hacia 1964, Canadá comenzó a realizar inventarios de la tierra con el propósito de evaluar la aptitud de la tierra (suelo y demás factores físicos y bióticos) para un conjunto de actividades productivas y para conservación de la biodiversidad (ARDA, 1965). Las clasificaciones de la vegetación surgieron bajo la premisa de que la vegetación presente integra y refleja el conjunto de variables ambientales operativas, incluyendo aquellas de origen antrópico y, por lo tanto, a través de ella se infieren los factores y procesos ecológicos y sociales del área estudiada. Las primeras clasificaciones modernas al nivel mundial de la vegetación fueron la de Danserau (1951), que se basó en la estructura de la cubierta vegetal (organización en el espacio de los individuos: forma de vida, estratificación y cobertura) y la de Fosberg (1961) basada en estructura y fisonomía (biomasa y procesos estacionales), que fue usada en el Programa Biológico Internacional iniciado a inicios de la década de 1960 y que tenía como objetivo estudiar la estructura y funcionamiento de los grandes biomas del planeta. Desde 1808 se realizan estudios de clasificación de la vegetación (Humboldt 1808, Grisebach 1875, Hult 1881, Warming 1909, Braun Blanquet & Maire 1921, Raunkier 1934, Küchler 1949, Richards 1952, Hueck 1960, Schmidt 1963, Ellenberg 1967, entre otros), cada una de las cuales tenía sus particularidades en cuanto a criterios de clasificación y metodologías (Matteucci *et al.,* 1979). Esta proliferación de clasificaciones de la vegetación confirma la apreciación de Whittaker (1962), quien señala que probablemente en ningún otro campo de las ciencias naturales haya habido tantas escuelas locales, con enfoques y técnicas tan diversas como en la clasificación de la vegetación. Ya en esa época se percibía confusión en la nomenclatura usada para las clases de vegetación y hubo intentos de unificar los términos al nivel mundial. La diversidad de variables empleadas (fisonómicas y florísticas) y, peor aún, las definiciones conceptuales asignadas a dichas variables hizo que fuera prácticamente imposible unificar la nomenclatura de las diversas clasificaciones. Du Rietz (1931) fue el primer investigador de la vegetación que trató de sintetizar todos los sistemas ideados hasta el momento en uno sólo que contemplara todas las variable fisonómicas empleadas en los diversos sistemas. Si bien la propuesta era complicada, los sistemas de clasificación posteriores a 1931 incorporaron la estructura jerárquica de Du Rietz. En 1973 la UNESCO publicó una clasificación mundial de la vegetación, que fue muy usada en muchos países (UNESCO, 1973) y que usó variables de estructura y función. Estas clasificaciones se referían a la vegetación potencial natural; esto es, aquella que existiría si no hubiera habido cambios de uso de la tierra. La clasificación de Küchler & Zonneveld (1988), en cambio, trató de la vegetación presente en el momento de la toma de datos, y por lo tanto cartografiaba estadios serales además de la vegetación clímax o cercana al clímax. Puede verse que aún para la clasificación de un mismo objeto, en este caso la vegetación, hay muchas variantes de criterios y métodos. Al nivel nacional, Hueck (1960) publicó el mapa de la vegetación de Venezuela.

Las clasificaciones también varían entre construcciones simples y subjetivas basadas en observaciones de campo y evaluaciones complejas, generadas por computadoras usando modelos matemáticos y bases de datos integradas. El enfoque cualitativo divide las comunidades, ecosistemas o paisajes intuitivamente, recurriendo a los conocimientos ecológicos, biológicos o de patrones espaciales. Una desventaja de este enfoque es el grado de subjetividad, que dificulta el uso del sistema por otros investigadores ya que no hay reglas claras e inequívocas para la clasi-

ficación. Más abajo veremos ejemplos de este tipo de enfoque, las estrategias usadas para acotar la subjetividad y las dificultades de la aplicación de la clasificación en otras regiones. Algunas clasificaciones cualitativas han sido contrastadas con métodos cuantitativos y han resultado aceptables; esto es, no hay que prejuzgar un método por ser cualitativo. Las técnicas cuantitativas emplean conjuntos de variables y modelos matemáticos, de aptitud de hábitat o estadísticos para asignar las unidades de tierra (comunidades, ecosistemas, paisajes) a las clases según los resultados de la combinación de las variables. Más abajo veremos un ejemplo de clasificación de la tierra usando técnicas computacionales.

La mayoría de las clasificaciones, ya sean cualitativas o cuantitativas, son jerárquicas; esto es, las categorías de clasificación se ordenan en niveles de creciente complejidad a medida que incrementa la resolución o nivel de detalle. La jerarquización se corresponde con la jerarquización de los fenómenos naturales (Bailey, 1985; Klijn & Udo de Haes, 1994); por eso, el clima o la geología casi siempre ocupan el primer nivel, ya que impacta en todos los demás procesos naturales, la geomorfología se encuentra en el segundo nivel; y así sucesivamente (Mücher *et al.,* 2003). Esta estrategia reconoce que existe una dependencia entre fenómenos naturales y que esta dependencia es jerárquica; esto es, las jerarquías superiores (clima, geología) tienen efectos sobre las inferiores mientras que las superiores no son influidas por las inferiores. En varios de los sistemas de clasificación, el planeta se divide en primer lugar según sus condiciones climáticas generales en ocho Reinos Biogeográficos (Neártico, Neotropical, Paleártico, Afrotropical, Indomalayo, Oceanía y Antártico) (Olson *et al.,* 2001), mientras que en el nivel de mayor detalle (quinta o menor jerarquía), las especies vegetales o animales definen la unidad de tierra. Los factores se ordenan de más independientes a más dependiente en: clima, geología, geomorfología y topografía, hidrología, suelos, vegetación natural, fauna, uso de la tierra y patrones del paisaje, entendiendo por patrones del paisaje al conjunto de características estructurales relacionadas con el uso de la tierra, la historia de uso de la tierra y los componentes biofísicos. La estrategia de clasificación jerárquica presenta ventajas: 1) facilita la comprensión de los procesos y las interacciones entre procesos a diversas escalas; 2) permite comprender los patrones de paisajes y cartografiarlos a diversas escalas, 3) permite la generación de normativas de uso de la tierra a diferentes escalas; 4) facilita el diseño de planes de manejo.

Las clasificaciones pueden ser *a priori* o *a posteriori.* Las clasificaciones *a priori* no tienen su fundamento en la experiencia de campo en el sitio de estudio, ya que los niveles y las clases se establecen antes de realizar el trabajo a campo. Las clasificaciones *a posteriori* se realizan a partir de los datos recogidos a campo, son empíricas; por lo tanto no se garantiza la validez de la extrapolación a sitios en los que no se han tomado datos de campo. En general, las clasificaciones *a priori* tienen más clases de las que uno puede encontrar en un estudio local y muchas veces son abiertas; esto es, dan oportunidad de agregar clases que no fueron previstas inicialmente, especialmente en los niveles más bajos.

Uno de los problemas de las clasificaciones sigue siendo la definición e interpretación de los términos. Distintos investigadores del mismo o de distintos países interpretan de diferente manera términos tales como paisaje, ecosistema, ecorregión o cobertura de la tierra. Es esencial definir los conceptos usados y también agregar descripciones a las clases del objeto clasificado. Muchas veces, el concepto asignado a un término depende del objetivo de la clasificación. Por ejemplo, los autores de la clasificación de ecorregiones terrestres del mundo (Olson *et al.,* 2001), afirman que aunque las ecorregiones fueron delimitadas como unidades de conservación, su construcción se fundamenta en la biogeografía clásica y por lo tanto reflejan la distribución de especies y comunidades con mayor exactitud que ecorregiones definidas y delimitadas sobre la base de características biofísicas como precipitaciones y temperatura (Bailey 1998), estructura vegetacional o cualquier otro criterio. Sólo la clasificación de Olson *et al.* (2001) enfatiza la importancia de los géneros y especies endémicos y los ensambles característicos de especies. Algo parecido ocurre con el término paisaje que en algunas clasificaciones se refiere a las coberturas naturales y en otras incluye variables sociales y económicas.

Independientemente del objeto a clasificar, el cual depende del objetivo de la clasificación, un requisito común a todas ellas es que debe basarse en un marco conceptual científicamente sólido para la caracterización e identificación del ambiente y para la clasificación y cartografía de las características del paisaje (Mücher *et al.,* 2003), debe usar principios clasificatorios consistentes, únicos y aplicados sistemáticamente, debe ser completa (cubrir todo el área estudiada, las clases deben ser mutuamente excluyentes e inequívoco. Además, para que tanto esfuerzo no se desperdicie, la clasificación debe responder a las necesidades de los usuarios: tomadores de decisiones, planificadores y analistas. La identificación, clasificación y cartografía de unidades de la tierra no es un trabajo científico puro, sino aplicado, aunque en el equipo de trabajo participen científicos especialistas en temas muy específicos.

Una buena clasificación (o sistema de clasificación) debe distinguir entre datos primarios (temperatura media anual, formación vegetal), datos derivados o interpretados (cobertura deducida de interpretación de imágenes satelitales; zonas de vida), y evaluaciones (aptitud de uso, valor para la conservación, percepción de los habitantes, etc.). Estas tres categorías no son intercambiables entre si.

Regiones Fitogeográficas de Cabrera

Como el nombre lo indica, la clasificación del territorio argentino realizada por Cabrera se centra en la distribución de las especies vegetales asociadas sobre la base de sus relaciones florísticas; esto es, se trata de una clasificación fitogeográfica. A pesar de que el trabajo fue criticado por la falta de un marco metodológico o teórico que justificara sus decisiones, entre otras cuestiones (Ribichich, 2002), la obra de Cabrera es la más usada en nuestro país hasta el día de hoy. Los botánicos y ecólogos la utilizan como marco referencial de sus investigaciones locales.

La clasificación de Cabrera (1976) parte de las grandes regiones (reinos biogeográficos según Olson *et al.,* 2001). Los reinos biogeográficos se reconocieron por Wallace (1876) a partir de mediados del siglo 19; actualmente son 8 y coinciden aproximadamente con los continentes; son la primera división del reino biológico en todas las clasificaciones. Argentina se distribuye en dos reinos: Neotropical y Antártico. La clasificación de Cabrera es jerárquica y la primera jerarquía es el Dominio, el cual se subdivide en Provincias que a su vez se subdividen en Distritos. La región Neotropical, que ocupa la mayor parte del territorio argentino, comprende tres Dominios (Amazónico, Chaqueño y Andino-Patagónico). La región Antártica se divide en dos Dominios: Subantártico y Antártico.

El texto que acompaña el mapa describe los dominios y los distritos, incluyendo los tipos de vegetación y las especies que predominan en cada uno de ellos. Dentro de cada uno de los Distritos se describen las comunidades clímax y serales. En el mapa se presentan las 12 Provincias Fitogeográficas en que se divide la Argentina Continental. Si bien el trabajo describe los distritos, éstos no se cartografían. Los trabajos de Cabrera se iniciaron en 1951, con versiones publicadas en 1953 y 1971, en las que las subdivisiones fueron cambiando hasta su versión final de 1976. El trabajo de Cabrera y Willink (1973) es la extensión del sistema de Cabrera a Sudamérica. Una de las modificaciones más resaltantes en los mapas de Cabrera es la desaparición de las selvas marginales de los ríos Uruguay y Paraná en su versión final. Estas selvas, junto con el NE de la provincia de Corrientes y la provincia de Misiones formaban parte de la Selva Paranaense. En su versión definitiva no sólo desaparecieron las selvas marginales sino que se achicó la superficie en la provincia de Corrientes.

La clasificación de Cabrera debería considerarse *a posteriori* porque la ubicación de una comunidad depende de la combinación de especies que se encuentra en ella. Sin embargo, como veremos más adelante, la delimitación de las Provincias Fitogeográficas parecería haber sido *a priori.* El mapa carece de exactitud espacial y debe considerarse como un muy buen bosquejo basado en conocimiento experto; en la época que se realizó el trabajo no se contaba con las facilidades de programas para la cartografía, procesamiento de imágenes, etc.

Clasificación de la vegetación de UNESCO

En 1973 UNESCO publicó la clasificación internacional y cartografía de la vegetación, que se inició en 1964 con una serie de conceptos y símbolos elaborados por dos profesores alemanes (Schmitthüsen y Ellenberg). Los documentos fueron revisados por el comité permanente de la UNESCO para la clasificación y cartografía de la vegetación, formado por 9 expertos de Europa y USA, de reconocida trayectoria en estudios de la vegetación. La clasificación fue ensayada en Costa Rica y se concluyó que podía aplicarse con relativa facilidad y exactitud, sólo se hicieron algunos ajustes. Esta versión fue revisada por otro conjunto de expertos antes de su publicación definitiva en 1973. Desde entonces ha sido muy usada al nivel nacional o regional (Matteucci *et al.,* 1979) para delimitar paisajes sobre la base de formaciones vegetales, independientemente de las especies presentes.

La clasificación es *a priori* y jerárquica, con cinco jerarquías, y puede haber más en algunos niveles. La primera jerarquía, Formación, se codifica con número romanos y representa el grado de cobertura de la forma de vida dominante (I. Bosque denso; II Bosque abierto; III Matorral denso o abierto; IV Matorral enano y V Vegetación herbácea). Los criterios de clasificación para las demás jerarquías varían según la clase de la jerarquía superior y la cantidad de clases jerárquicas es variable. La segunda jerarquía se codifica con letras mayúsculas, la tercera con números arábigos, la cuarta con letras minúsculas, la quinta con un número arábigo entre paréntesis. Por ejemplo, el código I.A.6c(2) Bosque denso templado siempreverde latifoliado alto (50 m o más de altura) y el código V.A.1.c(1) corresponde a vegetación graminoide alta con una sinusia arbórea de árboles latifoliados deciduos, que cubre del 10 al 40% de la unidad estacionalmente inundada. Al nombre de cada

clase de la última jerarquía sigue una descripción detallada de clase. La clasificación es abierta, porque deja códigos en blanco para ser llenados a medida que se descubren nuevas variantes. La cartografía se obtiene delimitando las clases de la última jerarquía sobre un mapa preexistente, preferentemente geológico. Los límites son imprecisos y no se contemplan ecotonos anchos. En aquella época, la mejor manera de cartografiar la vegetación era con fotos aéreas. Si el fondo es uniforme, la delimitación es más sencilla, pero esto no ocurre en todos los sitios. Había una serie de criterios para la aplicación de colores, que se respetaban en todos los mapas realizados con el sistema de UNESCO. También se empleaban símbolos estandarizados para representar formas de vida o tipos de cobertura. El mapa se encuentra a escala 1:1.000.000 y sólo clasifican y cartografían áreas naturales.

En 1997 se modificó el sistema de clasificación de UNESCO (1973), que se llamó sistema MUC (Modified UNESCO Classification). Este sistema sigue los estándares internacionales y emplea terminología ecológica para la identificación de clases de cobertura. El documento presenta una tabla (MUC System Table) que contiene la lista jerárquica de clases de cobertura, con los códigos hasta el cuarto nivel, y un glosario de términos con las reglas y definiciones usadas para describir las clases de cobertura. También trae las instrucciones para aplicar el sistema en el campo (Yucon Envirothon 1997). El sistema tiene más de 150 clases de cobertura y se ha usado localmente en regiones de USA. Ha sido publicado en la página Web del Programa GLOBE (TPG 2014) junto con protocolos para trabajo a campo.

La clasificación de UNESCO y su modificación es muy simple de aplicar, los criterios de clasificación a cada nivel son claros y unívocos y las clases están bien descriptas. Es aplicable al nivel de países, regiones, continentes. Como es abierta, puede aplicarse en cualquier lugar y a la escala deseada. No sirve para planificación de uso de la tierra, sólo para conocer la distribución de las formaciones vegetales en un territorio para luego asociarla a otros factores; esto es, puede ser una primera aproximación a la división de un área (Matteucci *et al.,* 1979). También podría servir para identificar los posibles tipos de formaciones vegetales naturales en áreas ya convertidas.

Sistema de Clasificación de la cobertura de la tierra de la FAO (LCCS)

El sistema de clasificación de la FAO (2005), no clasifica sólo vegetación, sino cobertura de la tierra, definida por la FAO como en la cobertura (bio)física que se observa sobre la superficie de la Tierra (Planta Tierra). La FAO distingue entre cobertura y uso de la tierra, al cual define uso como los arreglos, actividades e insumos que los humanos emprenden en un cierto tipo de cobertura de la tierra para producir, cambiarla o mantenerla. En este sentido, cobertura-uso de la tierra es equivalente a paisaje; esto es, un espacio que tiene características y procesos ecológicos y sociales relativamente homogéneos en toda su extensión aunque pueden formaren en un patrón espacial repetitivo; es independiente de la escala y usa muchas variables físico-bióticas. Algunos investigadores y técnicos confunden ‘‘tierra’’ con ‘‘suelo’’ cuando aplican este sistema, especialmente en la Argentina, pero son dos realidades muy distintas y transmiten información distinta.

El LCCS es una clasificación *a priori;* esto es, todas las clases se definen previamente a la captura de datos. La clasificación utiliza un conjunto de criterios-diagnóstico independientes; esto es, no ofrece clases alternativas como otras clasificaciones *a priori,* sino criterios que permiten la correlación con las clasificaciones y leyendas ya existentes. En este sentido no tiene las desventajas de otras clasificaciones *a priori* de tener que definir grandes cantidades de clases de cobertura para poder incluir en la clasificación todas las combinaciones imaginables. Las clases de cobertura se definen por la combinación de criterios, denominados clasificadores, que se ordenan jerárquicamente para asegurar un alto grado de exactitud geográfica. Debido a la gran heterogeneidad de tipos de cobertura, no es posible utilizar los mismos clasificadores para definir todos los tipos. La estructura jerárquica puede diferir en los diversos tipos. Por ello, la clasificación tiene dos fases. La primera es dicotómica, mediante la cual se distinguen 8 tipos de cobertura principales (Fig.1). Luego sigue la Fase Jerárquica, en la cual se emplean los clasificadores que se ajustan a cada tipo principal de cobertura. Esta estrategia reduce el número de combinaciones posibles. Debido a la complejidad de la clasificación y a la necesidad de estandarización, se desarrolló un programa en Visual Basic que asiste en el proceso de interpretación. La ventaja es que se reduce la subjetividad y las diferencias de interpretación entre investigadores, y entre interpretaciones en el tiempo. El programa es flexible y las clases se crean a diferentes niveles; el investigador puede seleccionar la clase adecuada mediante un proceso paso a paso; esto es, mediante un clasificador por vez. El programa genera clases y también puede asociarse a un Sistema de Información Geográfica, que generará un mapa con la leyenda correspondiente.

El LCCS está diseñado para satisfacer los requerimientos del usuario, y fue creado para cartografiar,

independientemente de la escala o del medio utilizado para el mapeo, todo tipo de cobertura y uso de la tierra identificado en cualquier parte del mundo.

Si bien la cobertura de la tierra es independiente de la escala, dado que la leyenda es la aplicación de una clasificación en un área específica utilizando una escala definida de mapeo y un conjunto específico de datos específicos, es dependiente de la escala, de la representación cartográfica y de los datos y metodología de mapeo.

La Figura 1 muestra los tres primeros niveles: el primer nivel tiene dos clases, en el segundo nivel hay cuatro clases y en el tercer nivel hay 8 clases, respondiendo a la estructura dicotómica. El clasificador que define la división en el primer nivel es la presencia de vegetación. El clasificador que divide el primer nivel en cuatro categorías en el segundo nivel es la condición edáfica (terrestre o acuática). El clasificador que divide las clases del segundo nivel es la artificialidad de la cobertura. Así, se obtienen 8 clases por la combinación de tres clasificadores. Para cada una de las 14 clases de la fase dicotómica se dan descripciones completas y los códigos de identificación (letras mayúsculas para el primer nivel, letra mayúscula y número de un dígito para el segundo nivel y letra mayúscula y dos dígitos para el tercer nivel.

En la fase jerárquica, los clasificadores son otros y las decisiones no son dicotómicas (Fig. 2).

Este sistema tiene varias ventajas: 1) es flexible ya que permite el mapeo a diversas escalas de detalle sin pérdida de información; 2) es consistente porque los criterios de cobertura de la tierra están definidos con claridad y sin ambigüedades; 3) es inclusivo porque permite la descripción de un completo abanico de características de la cobertura y un conjunto de criterios de diagnóstico minimiza errores y esfuerzo de validación; 4) es aplicable a propósitos múltiples adaptables de acuerdo a las necesidades (Herold *et al.,* 2009).

Otra ventaja es que la FAO desarrolló un metalenguaje (LCML) específico que tiene como propósito definir una estructura común de referencia para la comparación e integración de datos para cualquier nomenclatura genérica de cobertura terrestre (Di Gregorio *et al.,* 2011). El LCCS se estableció como una aplicación de las reglas geomáticas adoptadas a nivel internacional por ISO/TC211 sobre la base del LCML (Di Gregorio *et al.,* 2011). El ISO/TC211 es un comité técnico formado en el marco de ISO, que se ocupa de normalizar la información geográfica digital y la geomática (rama de la ciencia que trata de la captura, análisis e interpretación de datos de la superficie terrestre). En América Latina, Chile y Perú están entre los 35 países que participan en el establecimiento de normativas Argentina y Colombia están entre los 30 países observadores.

La versión 3 del sistema de clasificación de la cobertura de la tierra permite describir cualquier co-

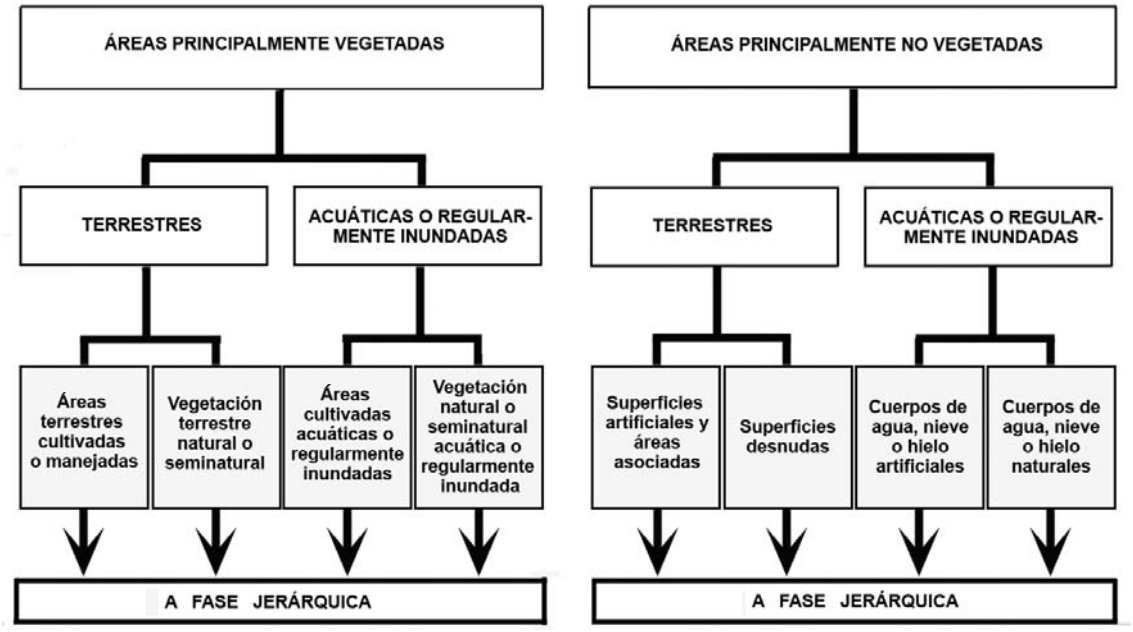

Figura 1. Fase dicotómica.

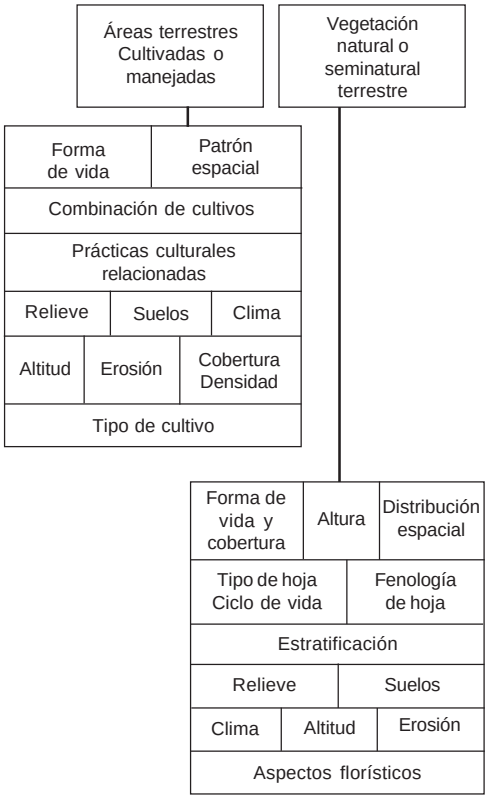

Figura 2. Ejemplo de Fase jerárquica de LCCS.

En la fase jerárquica, los clasificadores son otros y las decisiones no son dicotómicas (Fig. 2). Se muestra un ejemplo, proveniente de la fase dicotómica (vegetación terrestre cultivada y manejada)

bertura a cualquier escala mediante la combinación de objetos biofísicos básicos (gramínea, arbusto, árbol, roca, nieve, etc.). Estos objetos básicos pueden ser calificados de acuerdo a sus características (tipo o tamaño de un árbol, etc.) y propiedades (pasto natural *vs.* cultivo), y pueden ser combinados de acuerdo a su arreglo espacial de acuerdo a reglas que definen patrones verticales y horizontales. De este modo toda cobertura se puede documentar de la misma manera, cualquiera sea el sistema de clasificación usado para describirla.

El manual (FAO 2005) describe paso a paso el uso del programa. Como la clasificación tiene como uno de sus propósitos el seguimiento de los cambios en la cobertura (flujo), también se describen y codifican los cambios posibles, con 7 alternativas de cambio de uso, 3 alternativas de procesos de restauración, 5 alternativas de rotaciones, procesos naturales y estados estables, y una de ''sin cambio notable''. También se proponen 16 clases de combinaciones de tipo de cobertura, para el caso en que las coberturas individuales no tengan el tamaño adecuado para ser visibles a las escalas recomendadas de representación, que son de 1:100.000 a 1:250.000 a escala continental o nacional. Las propiedades y conjuntos de tipos agregados no están definidos definitivamente y existen dos posibilidades: 1) que cada país proponga combinaciones propias; 2) que se mantengan las 16 categorías de combinaciones y que cada país defina cada tipo de acuerdo a factores o variables a escala de detalle (por densidad de árboles en los bosques; etc.)

La FAO ha intentado armonizar las clases de cobertura (leyendas) usadas en diversos sistemas de clasificación en uso, para lo cual fue creado el metalenguaje en la versión 3 del LCCS (Di Gregorio & O'Brien, 2012). Es una tarea compleja por muchas razones entre las cuales las más importantes son: el exceso de clases; las definiciones confusas y ambiguas de los tipos de cobertura, definiciones y descripciones que dificultan la cartografía en SIG, uso de palabras diferentes para el mismo concepto, significados diferentes para un mismo concepto, clases que tienen sólo un nombre y una descripción separada y por lo tanto no admiten armonización o intercambio entre sistemas de clasificación, etc. Se estima que el metalenguaje de cobertura de la tierra generado en el marco de ISO/TC211 servirá para facilitar el hallazgo de concordancia en la nomenclatura entre distintos sistemas, ya que genera categorías de cobertura mutuamente excluyentes. La FAO ha hecho una contribución importante para corregir estas dificultades. Le da más importancia a la estandarización de la terminología usada para los atributos que a la estandarización de la nomenclatura final de las clases (Di Gregorio. *et al.,* 2011).

A escalas de más detalle se puede generar nuevas clases agregando otras características (características de los elementos o características de las clases), que no tengan que ver ni con la forma de vida ni con la fisonomía de la vegetación, que son las que definen la primera jerarquía de clases de cobertura.

La metodología del sistema de clasificación de la cobertura de la tierra de la FAO versión 2 está traducida al español (FAO 2005).

Ya existen experiencias de aplicación de este sistema de clasificación al nivel regional (cuatro), al nivel nacional entre 1999 y 2011 (28 países, entre los cuales se encuentran Argentina, Cuba y Uruguay) y 13 subnacionales.

El INTA ha aplicado el LCCS versión 2 para la Argentina (INTA, 2009). Tuvo un proyecto específico 2009-2012 denominado Dinámica de la cobertura y uso de las tierras, del cual han surgido resultados para varias regiones (Volante *et al.,* 2014 en región chaqueña; Navarro *et al.,* 2013, ecorregión mesopotámica). El mapa de cobertura de la tierra para toda la

Argentina se obtuvo a partir de imágenes satelitales Landsat y Terra, datos de campo y antecedentes cartográficos regionales y zonales.

Los resultados destacados de este trabajo son: 1) publicación de la Nomenclatura de la Cobertura del Suelo de la República Argentina (LCCS FAO), consistente con los principales inventarios cartográficos a nivel mundial; 2) Construcción de la Primera Carta Digital de la Cobertura del Suelo (=Tierra) de la República Argentina, a escala 1:500.000 y al nivel jerárquico 3 de la leyenda; 3) publicación del Primer Inventario Nacional de Coberturas del Suelo (2006-2007). Para la realización de estos trabajos se partió del mapa de 6 ecorregiones de INTA y se usaron imágenes satelitales 2006-2007 de 600 ha de resolución. Fue una clasificación *a priori* ya que se establecieron categorías de uso antes de realizar la división del territorio y asignar las categorías. Para esto se usó el programa LCCS propuesto por FAO (2005). Además presenta un anexo al mapa con la descripción de todas las jerarquías de la leyenda al nivel 3 y una tabla con la lista de tipos de cobertura en la tercera jerarquía con el código y la superficie cubierta por cada unidad de cobertura de la tierra.

Este trabajo es un gran aporte para la sistematización de la información y como base para los estudios locales y planificación territorial. Desde su realización al presente han avanzado bastante las fronteras urbanas y agrícolas. Actualmente el mapa se está mejorando y actualizando con trabajos locales, en el NOA (Morales Poclava *et al.,* 2007; Volante *et al.,* 2014; Val 2011), Mesopotamia (Navarro Rau *et al.,* 2013), Mendoza (Vallone *et al.,* 2008), Chaco (Volante, 2015). Además, el proyecto Dinámica Territorial del Uso y Cobertura del Suelo de la República Argentina, planificado para el período 2013-2019, se propone actualizar la clasificación evaluando mediante siguientes objetivos: (a) inventariar la ocupación del suelo, (b) evaluar los cambios ocurridos en el período 2007-2013 a nivel nacional y a nivel local, a mayor detalle espacial y temporal, (c) proyectar cambios futuros, (d) ajustar protocolos de estimaciones agrícolas expeditivas y detalladas y (e) ampliar la Red GeoINTA para la difusión y socialización de la información e incorporado nuevas herramientas de software libre.

Clasificación de biotopos europeos de CORINE

Se define biotopo como un área con condiciones ambientales particulares suficientemente uniformes como para sustentar un ensamble característico de organismos. Se define hábitat como un lugar topográfico homogéneo en sus componentes físicos y bióticos a la escala del fenómeno que se estudia (Blondel, 1979, 1995). La diferencia entre biotopo y hábitat es sólo de escala; un hábitat puede estar formado por un conjunto de biotopos. Hábitat y biotopo son entidades especiales tridimensionales, con al menos una interfase aire-agua-suelo; es una entidad fractal, ya que su definición depende de la escala de observación. La cobertura de la tierra CORINE (CLC) es una base de datos geográfica de cobertura y uso de la tierra que abarca los países de la Comunidad Europea y la mayoría de aquellos de Europa Central y del Este (Devillers *et al.,* 1991; Bossard *et al.,* 2000).

La clasificación de hábitats de CORINE se desarrolló entre 1985 y 1990. Surgió como repuesta a la preocupación de la Comisión Europea por la protección del ambiente y su responsabilidad al respecto. Se consideró que el conocimiento de los paisajes y su historia son fundamentales para diseñar las políticas ambientales al nivel de la región y de los países de la Comunidad Europea (CE). A partir de 1970, cuando comenzaron a aparecer políticas ambientales, se realizó una cantidad de inventarios locales y globales y al igual que en el caso de las clasificaciones en general, se generó un caos de sistemas y categorías, no comparables y difíciles de armonizar. En respuesta a esto se creó el programa CORINE (**Co**o**r**dination of **In**formation on the **E**nvironment) en 1985 como un proyecto experimental cuyo objetivo general era colectar información sobre el estado del ambiente y los recursos naturales en los países de la CE (Wyatt & Moss, 1991).

Los objetivos del proyecto eran: 1) generar información que permitiera diseñar políticas ambientales; 2) implementar dichas políticas y lograr que la dimensión ambiental se incluyera en otras políticas; 3) organizar y estimular a países del mundo interesados en la problemática ambiental para lograr métodos coherentes de obtención de datos y ahorrar esfuerzos y presupuesto y 4) desarrollar la metodología de captura de datos para que pudiesen ser comparados al nivel de la CE. Para ello era necesario inventariar biotopos de importancia para la conservación del ambiente y evaluar los recursos naturales de los países del sector sur de Europa (Wyatt & Moss 1991).

La clasificación es *a posteriori* ya que se realizó sobre la base de las comunidades reconocidas formadas por la interacción de flora, fauna y factores abióticos (el biotopo). Se basa fuertemente en la fitosociología tradicional. Se trató de que la clasificación fuera lo suficientemente flexible como para permitir su ajuste a diversos propósitos y escalas; por ello se le dio una estructura jerárquica. Para darle universalidad al sistema, la primera jerarquía se fundamentó en las unidades fitosociológicas, que fueron obtenidas mediante muestra a campo, descrip-

ción y definición, con una nomenclatura aceptada por todos. En las jerarquías inferiores se consideraron otros factores para dar cabida al concepto de hábitat para animales y culturas. Para la elaboración de la clasificación se tuvieron en cuenta trabajos de clasificación de la vegetación y el ambiente al nivel continental, en marcha o previos, y trabajos locales.

La clasificación se complementó con una breve descripción de cada unidad de biotopo y las especies vegetales que soporta, para facilitar su identificación por los usuarios. Las clases son codificadas con números correspondiendo el primer dígito a la jerarquía superior, el segundo dígito se refiere a las subdivisiones más importantes de cada una de las categorías superiores. Los dos primeros dígitos van seguidos de un punto y hasta 5 dígitos adicionales que identifican tipos de hábitat o asociaciones fitosociológicas individuales. Así, la clasificación incluye 44 tipos de ecotopos genéricos identificados con los dos primeros dígitos. Por ejemplo, el 4 corresponde a bosque, el 41 corresponde a bosque deciduo de hoja ancha, el 41.1 identifica a bosques de roble y carpe; 41.24 se refiere al bosque de roble y carpe con *Stellaria.* La descripción del sitio incluye información geográfica, región administrativa, nombre de autores, y un conjunto de variables físicas y bióticas, actividades humanas, etc. (Wyatt & Moss 1991).

En sus orígenes, cada país realizaba su clasificación e identificación de unidades de biotopo y en cada grupo nacional participaba un miembro del proyecto CORINE para asegurar la coherencia de los resultados entre países. Se generaron programas para el almacenamiento y la recuperación de los datos, y la clasificación fue validada a campo por los miembros del grupo CORINE. Esta información estuvo siempre disponible para todos los miembros de la CE. El proyecto llevó muchos años, durante los cuales la información fue ampliada y la clasificación fue mejorada.

El CORINE ha sido superado por el programa EUNIS (European Nature Information System), que se basa en CORINE pero descartando la fitosociología como criterio inicial, reemplazándolo por aspectos físicos mayormente (Davis *et al.,* 2004). Además, agrega hábitats marinos.

Entre 1998 y 1999 se desarrolló el conjunto de criterios coherentes para distinguir los hábitats en los tres primeros niveles jerárquicos. En el 2003 se montó la versión 2003 del sistema en la página Web de la European Community Clearing House Mechanism. Pero el sistema no estaba completo porque faltaban tipos de hábitat y sus descripciones, de modo que en el 2004 se hizo una revisión y se amplió y completó la clasificación. Algunos nombres se cambiaron y se agregaron coberturas que no estaban consideradas en CORINE. Más de 230 expertos de todos los países europeos participaron en la construcción del sistema de clasificación (Davies *et al.,* 2004).

La clasificación es jerárquica, hasta la tercera jerarquía terrestre y la cuarta marina, la clasificación se basa en atributos fisonómicos y físicos con algunos criterios florísticos. Hasta el segundo nivel existen claves para identificar las clases de hábitat, con un gráfico de flujo con descripciones y vías alternativas según el usuario acepte o no la descripción; el flujo termina en el cuadro en que el usuario acepta la descripción. Los hábitats marinos tienen 4 jerarquías y los terrestres 3. La primera jerarquía separa los hábitats según las características generales del paisaje (nivel y permanencia del agua) y tipo de vegetación (hábitats marinos, costeros, aguas interiores; humedales; pastizales y tierras dominadas por herbáceas, musgos y líquenes; arbustales bajos en tierras secas y tundra; matorrales y bosques; vegetación dispersa interior o sin vegetación; tierras regularmente o recientemente cultivadas con hábitats agrícolas, hortícolas y domésticos; hábitats construidos, industriales o artificiales. Cada una de estas 10 categorías está descripta de modo que son excluyentes y es codificada con letras de A a J. Cada una de las categorías, en todos los niveles, está descripta en detalle suficiente para resultar excluyente, se explicitan los parámetros para definirlas y distinguirlas. El documento presenta un glosario que facilita al usuario la tarea de identificar el tipo de hábitat. El trabajo provee una tabla de equivalencias entre las clases de CORINE y de EUNIS, con los códigos correspondientes (EUNIS CLC disponible en http://biodiversity.eionet.europa.eu).

El sistema CORINE ha sido empleado para la clasificación y cartografía de los hábitats de Sudamérica (ITE 1996). La clasificación jerárquica encaja en el sistema global de descripción de hábitats generada para Europa. A diferencia de la clasificación para Europa, la primera jerarquía tiene 9 clases: 1) comunidades costeras y halofíticas, 2) Aguas no marinas, 3) arbustales y pastizales, 4) bosques, 5) humedales, 6) sitios naturales no vegetados, 7) desiertos, 8) tierras agrícolas y paisajes artificiales, 9) pastizales con leñosas y arbustales bajos. En cada una de estas jerarquías puede haber entre 2 y 8 niveles. Para cada clase del último nivel se da una descripción incluyendo una breve lista de especies, seguida de la cita bibliográfica de investigadores sudamericanos como, entre los argentinos, Morello, León, Soriano, Bravo, Brown, Burkart, Cabrera, Cano, Movia, Di Bitetti, Dimitri, Eskuje, Narosky, Di Giacomo, Roig, Vervoorst, entre otros. La codificación es como la usada para la clasificación de hábitats de la comunidad europea. Este sistema no ha sido adoptado en trabajos realizados en países sudamericanos.

Propuesta de Alterra

Alterra es un instituto de investigación ubicado en la Universidad de Wageningen, Países Bajos, que es la cuna de la Ecología de Paisajes. Lleva adelante cuatro programas en varias áreas del conocimiento que tienen por objetivo ‘‘contribuir con investigación independiente y calificada para el logro de un ambiente verde sustentable y de alta calidad para la vida humana’’.

Los investigadores de Alterra se han propuesto desarrollar un marco conceptual científicamente sólido para la caracterización e identificación del ambiente y para la clasificación y cartografía de las características del paisaje (Mücher *et al.,* 2003). Debe responder a las necesidades de los usuarios, que son los tomadores de decisiones, planificadores y analistas; esto es, debe ser un instrumento de aplicación y no trabajo científico puro. Emplean un método moderno estadístico para identificar asociaciones entre factores del ambiente, usando análisis estadístico multivariado (Mücher *et al.,* 2003). Este sistema es un ejemplo de evaluaciones complejas, generadas por computadoras usando modelos matemáticos y bases de datos integradas. En estos casos la subjetividad está acotada porque las clases ya no dependen de observaciones a campo y decisiones individuales del observador.

Para el análisis se emplean capas temáticas de diversas variables como, ordenadas de la más independiente a menos independiente, clima, geología, geomorfología y topografía, hidrología, suelos, vegetación natural, fauna, uso de la tierra, patrones del paisaje. Se entiende por patrones de paisaje al conjunto de características estructurales relacionadas con el uso de la tierra, la historia de uso de la tierra y los componentes biofísicos. Se produjeron dos instrumentos, la clasificación ambiental de Europa (EnC) el mapa de cobertura de la tierra (LANMAP). La EnC contiene 84 clases ambientales en 13 zonas ambientales, construida mediante análisis de componentes principales y agrupamiento estadístico de variables climáticas y topográficas (Mücher *et al.,* 2003).

La LANMAP delimita unidades de paisaje sobre la base de topografía (mapa de altitud); material parental (mapa de suelos) y uso de la tierra (cobertura de la tierra de CORINE), los dos primeros constituyen variables proxies para geología y geomorfología ya que no existen mapas de estos dos factores para Europa. De este modo, los paisajes son el producto de fuerzas impulsoras naturales y culturales. El procedimiento consiste en apilar las tres capas temáticas para obtener una imagen de tres bandas (rojo, verde, azul) similar a una imagen satelital. A partir de esta imagen se realiza la clasificación territorial con el programa eCognition, que funciona con áreas homogéneas y no con píxeles, como la mayoría de los programas de clasificación territorial. El eCognition segmenta la imagen de tres bandas secuencialmente de acuerdo a reglas preestablecidas para obtener unidades espaciales homogéneas de clases de cobertura. Antes de la segmentación, la cantidad de clases de cada uno de los tres mapas insumo debieron reducirse para disminuir el número total de combinaciones. Esto se logró agrupando algunas clases en cada mapa. Al mapa final se agregaron como máscaras las principales áreas urbanas, planicies intermareales y cuerpos de agua. En total se obtuvieron 202 tipos de paisaje de la combinación de las 3 variables representando los tipos de paisaje de Europa.

Más adelante se actualizó el mapa de unidades de paisajes, dando origen a la segunda versión (LANMAP2), a escala 1: 2.000.000 y que cubre la región pan-europea completamente (11 millones de km^2), o sea más de tres veces la superficie de la versión 1 (Mücher *et al.,* 2006). La tipología de las unidades de tierra o paisajes se realiza sobre la base de las variables climáticas, topográficas, material parental y uso de la tierra. La leyenda contempla un primer nivel con 8 zonas ambientales climáticas (letra mayúscula); 5 rangos de altitud (letras minúsculas); 4 clases de material parental (segunda letra minúscula); 10 clases de uso de la tierra (par de letras minúsculas); 3 clases de máscara. El mapa resultante se exporta a ArcView con resolución 1x1 km. Tiene 14.000 unidades de mapeo de las cuales más de 12.000 tienen superficies superiores a las 2500 ha (Wascher 2005).

Cada unidad de paisaje es identificada con un código de letras: la primera letra (mayúscula) corresponde a la clase topográfica, la segunda (mayúscula) a la clase de material parental y la tercera (minúscula) a la clase de uso de la tierra. Para cada tipología (leyenda) en cada variable se asigna un criterio. Por ejemplo, para la tipología Tierras Bajas, el criterio diagnóstico de altitudes entre menos de 5 hasta 100 m; para la tipología colinas la altitud es de entre 100 y 50 m de altitud; el criterio diagnóstico para la tipología Sedimentos es depósito aluvial de río, depósito marino o deposito glacifluvial.

Ecorregiones y Complejos Ecosistémicos Argentinos

El trabajo fue solicitado por la Administración de Parques Nacionales como soporte para el Sistema de Información de Biodiversidad (SIB), cuya ‘‘misión es mantener, almacenar y organizar los datos sobre biodiversidad derivados de las actividades técnicas, científicas y de manejo que se realizan en el ámbito de las áreas protegidas de Argentina’’ (http://www.parquesnacionales.gob.ar/institucional/sistema-de-

informacion-de-biodiversidad/). Inicialmente nuestro trabajo tuvo el propósito de generar un sistema jerárquico de clasificación de ambientes, que proveyera una estructura para el almacenamiento de los datos sobre biodiversidad ordenada geográfica y ecológicamente. El sistema tendría seis niveles (Morello *et al.,* 2007).

Los niveles son: 1) ecorregión; 2) subregión; 3) complejo ecosistémico; 4) sistema ecológico; 5) tipo de tierra; 6) fase. Para cada uno de estos niveles se da una definición y un ejemplo. El sistema es natural ya que los criterios de clasificación y nomenclatura no incluyen los usos de la tierra. Es un sistema *a posteriori,* puesto que las descripciones y leyendas de los niveles 4 a 6 deberán proveerse después de la captura de datos de campo, tarea que ha quedado en manos del personal técnico y científico de cada parque nacional o delegación. Puede decirse que el proceso de tipificación y asignación de leyenda a las clases de los niveles 4 a 6 está en una etapa similar a la de los inicios del CORINE. La tarea es ardua y probablemente llevará unos cuantos años concluirla.

El objetivo del libro (Morello *et al.,* 2012) es muy diferente al de la clasificación; se trata de dar la descripción más completa posible de todas las ecorregiones y complejos ecosistémicos de la Argentina, a partir de trabajos locales publicados en los diversos campos de la ciencia y la técnica. Cabe destacar que en el conjunto de capítulos dedicados a las 15 ecorregiones se citan 1050 trabajos publicados. Muchos trabajos leídos no pudieron ser citados por carecer de una georreferenciación adecuada del sitio en que se realizó la investigación.

Consideramos ecorregión como un área del país caracterizada por un clima regional distintivo, basado en tres factores: la precipitación media anual, la presencia o ausencia de estación seca y su duración media cuando existe y la presencia o ausencia de estación fresca o fría. Sin embargo, la cartografía de las Ecorregiones Argentinas, provista por la Administración de Parques Nacionales para nuestro trabajo, muestra que éstas responden a patrones del paisaje caracterizados por el relieve y la geomorfología principalmente.

Existe en la bibliografía una gran cantidad de definiciones de ecorregión, basadas en diferentes factores: Geología y geomorfología (Klijn & de Haes, 1994); ensambles de comunidades naturales potenciales (Olson *et al.,* 2001); patrones de mosaico de componentes bióticos, abióticos, acuáticos y terrestres del ecosistema, con los humanos como parte de la biota (McMahon *et al.*, 2001); coincidencia en las características de los fenómenos geográficos asociados a diferencias en la calidad, salubridad e integridad de los ecosistemas (Omernik, 1995). Omernik (2004) presenta una detallada discusión acerca de las disparidades entre definiciones, su cartografía y su aplicabilidad, especialmente en USA, donde se han definido ecorregiones a diversos niveles, generando confusiones tanto en conceptos como en la cartografía de sus límites (Omernik, 2004). Este autor acepta que las ecorregiones definidas para propósitos de manejo pueden diferir de aquellas delimitadas y descriptas para conservación de especies.

Complejo ecosistémico se define como agrupamiento de sistemas ecológicos que tienden a ocurrir de manera repetitiva en relación a las unidades o paisajes geomorfológicos y edáficos, compartiendo clima, patrones de uso y flujos ecológicos (Morello *et al.,* 2007). Según nuestro criterio, un complejo ecosistémico equivale a la definición de paisaje de los científicos soviéticos de inicios del siglo 20 (Matteucci, 2010): elemento definido de relieve en el que interaccionan la vegetación, los suelos, la roca madre, el agua, la geomorfología y la geología. Es un sistema dinámico cambiante; conociendo su historia y su presente es posible pronosticar su futuro (Sukachev y Dylis, 1964).

Un paisaje debe, entonces, cumplir con cuatro requisitos: 1) tiene un origen geológico común y el mismo tipo climático; 2) el mismo conjunto de ecosistemas y usos se repiten en toda su extensión; 3) los flujos e interacciones entre elementos del paisaje son iguales en toda su extensión; 4) tiene en toda su extensión un conjunto único de regímenes de perturbación (Sukachev y Dylis, 1964). En estas definiciones y otras, como la aplicada por los australianos, cada elemento de un paisaje tiene una aptitud específica para su uso. Sin embargo, la condición relacionada con patrones de uso ya no es visible, debido al avance de la tecnología agropecuaria que ha permitido superar las limitaciones de la aptitud de la tierra, lamentablemente.

En nuestro libro, los criterios de delimitación cartográfica de los complejos ecosistémicos se basaron en el relieve, la geomorfología y los patrones repetitivos de elementos del paisaje y se realizó mediante digitalización manual en SIG usando imágenes satelitales como fondo. Los criterios de descripción incluyeron clima; geología y geomorfología, haciendo hincapié en la historia geológica cuando se dispuso de la información; hidrología; suelos; patrones recurrentes (topografía-vegetación, flora y fauna); pulsos naturales; potencial natural de producción (agricultura, ganadería, minería, conservación); protección de la naturaleza (Áreas protegidas). En las ecorregiones y complejos en que se dispone de información arqueológica, se describe la estrategia de apropiación de recursos desde el Holoceno; ya que

se puede diseñar un mejor manejo de recursos cuando se conoce la historia. En aquellos casos en que hay información etnobotánica y etnozoológica, se describe el uso de la tierra y apropiación de recursos de las comunidades originales. También se describen los cambios climáticos en el Holoceno y su influencia en los movimientos de especies vegetales y comunidades humanas, toda vez que hubo publicaciones paleogeográfica, paleoecológica y palinológica. En pocos casos se incluye una descripción de la historia política desde la colonia.

Nuestro trabajo está siendo usado por investigadores como marco para trabajos locales. Un número importante de usuarios ha solicitado los mapas en formato vectorial para ubicar sus sitios de estudio y obtener una primera aproximación a las características ecológicas y sociales del mismo. Un trabajo importante que se basó en parte en nuestro libro es el solicitado por la Secretaría del Ambiente y Desarrollo Sustentable a una consultora para producir la Tercera Comunicación Nacional Sobre Cambio Climático. La consultora recibió todos nuestros mapas en formato vectorial y ahora se encuentran en la página de la SAyDS (ver Ardiles *et al.,* 2014)

Diferencias entre nuestro libro y otras clasificaciones

La diferencia fundamental entre nuestro trabajo publicado en el libro y las clasificaciones descriptas en este artículo estriba en que nuestro objetivo ha sido dividir el territorio en unidades de paisaje dentro de las ecorregiones y describir estas unidades de manera intensiva y extensiva, sobre la base de trabajos científicos locales.

Hasta el tercer nivel, nuestro trabajo se parece a los de Corine, sólo en parte. Nuestro trabajo difiere sustancialmente de las clasificaciones de la tierra de la FAO, ya que las clases no se definen por clasificadores determinados *a priori,* sino por conjuntos de indicadores biofísicos. Otra diferencia es que brindamos descripciones muy completas de los complejos ecosistémicos en todos los aspectos socioecológicos, mientras que la FAO tiene descripciones sólo de los clasificadores o criterios diagnóstico. La ventaja de la clasificación de FAO es que tiene la clave para asignar sitios a las clases, lo cual simplifica el trabajo.

Similitudes y diferencias entre el sistema Cabrera y las Ecorregiones y complejos ecosistémicos

Ambas clasificaciones muestran coincidencias y discrepancias. Los objetivos y criterios de clasificación y cartografía difieren, por lo tanto las discrepancias son esperables. Las coincidencias pueden atribuirse a que los especialistas que participaron en la descripción y delimitación de las Ecorregiones Argentinas (Burkart *et al.,* 1999) estuvieron muy influidos por los trabajos de Cabrera. Si bien el trabajo de Burkart *et al.,* no tiene la bibliografía consultada, en el segundo párrafo de su Introducción mencionan a la Fitogeografía como la rama del conocimiento que ha dejado su impronta en la construcción de mapas biogeográficos, ecológicos y de regiones naturales de la Argentina. La definición de Ecorregión, al final de la mencionada introducción, muestra que esta impronta también está presente en el trabajo de Burkart *et al.,* al decir que la ecorregión, entre otras cosas, ''...está caracterizada por una fisonomía vegetal de comunidades naturales y seminaturales que comparten un grupo considerable de especies dominantes...'', sin ninguna consideración respecto a los usos de la tierra, lo cual es lógico ya que el objetivo del trabajo es la conservación de especies nativas y paisajes naturales.

Para evaluar diferencias entre nuestras Ecorregiones (Morello *et al.,* 2012) y las Provincias Fitogeográficas de Cabrera (1976) se compararon ambos mapas superponiéndolos. Se partió de un mapa impreso de las Provincias Fitogeográficas (PF), el cual se ajustó al mapa de ecorregiones (ER) en formato vectorial en coordenadas geográficas mediante la herramienta Align del ArcView 3.3. Para comprobar que el ajuste de los límites nacionales era correcto en el mapa de PF, se superpuso el mapa vectorial de provincias argentinas provisto por IGN sobre el mapa de Cabrera. Se comprobó que el ajuste era adecuado, con diferencias localizadas en límites de provincias. Se digitalizó el mapa de Provincias Fitogeográficas, manualmente sobre pantalla. Luego ambos mapas (PF y ER) se proyectaron a coordenadas planas para los cálculos posteriores. Mediante la función Tabulate Areas se calculó la proporción de cada PF en cada ER, y la proporción de cada ER en cada PF. En algunos casos, se compararon las listas de especies de ambos trabajos para percibir similitudes.

El 88% de la ER Chaco Seco y el 99% del Chaco Húmedo se encuentran en la PF Chaqueña. Si lo miramos desde la PF Chaqueña, sólo el 70% del territorio de la de la PF Chaqueña coincide con la ER Chaco Seco y sólo el 19% se encuentra en el Chaco Húmedo. Esta discrepancia puede deberse a la falta de exactitud espacial en el mapa de Cabrera (no hay indicación sobre el método de construcción del mapa); o a errores en la superposición de ambos mapas (ER y PF). Cabrera divide la PF en dos distritos: Chaqueño Oriental y Chaqueño Occidental, que por las descripciones del texto coinciden con la ER Chaco Húmedo y Chaco Seco, respectivamente. No es

de extrañar esta coincidencia ya que ha habido intercambio de información entre Morello y Cabrera; ambos citan mutuamente en sus trabajos (Cabrera, 1994; Morello y Adámoli, 1974; Morello *et al.,* 2012).

El 96% de la ER Monte de Llanuras y Mesetas se encuentra en la PF del Monte, pero 66% de la PF del Monte coincide con el Monte de Llanuras y Mesetas; un 12% se encuentra en la ER Monte de Sierras y Bolsones y proporciones menores a 10% coinciden con las ERs Estepa Patagónica, Chaco Seco, Yungas, Puna y Altos Andes. Éstas últimas probablemente respondan a errores de cartografía o superposición de mapas. Cabrera no divide las unidades según sus geoformas o topografía, ni al nivel de PF ni al de Distrito; sin embargo, al nivel de comunidades climáxicas, Cabrera divide a la PF en dos sectores, uno dominado por el jarillal y otro dominado por la estepa espinosa que, por las descripciones, coinciden aproximadamente con las ER Monte de Llanuras y Mesetas y Monte de Sierras y Bolsones, respectivamente. Desde el punto de vista fitogeográfico, el Monte forma una única unidad, como lo demuestran las listas de especies citadas en la publicación de Cabrera (1976) y de Morello *et al.* (2012). En Cabrera (1976) se citan 85 especies para la PF del Monte, 68 para el jarillal y 34 para la estepa espinosa, de las cuales 18 son compartidas por las dos comunidades clímax. En la clasificación en ecorregiones y complejos ecosistémicos se citan 215 especies para las dos ER, 99 para el Monte de Sierras y Bolsones y 149 para el Monte de Llanuras y Mesetas. De estas, 33 especies son compartidas por ambas ecorregiones. Cabe señalar que entre las especies del Monte de Llanuras y Mesetas, una alta proporción son compartidas con la ER Estepa Patagónica. Ambas ERs y ambas comunidades clímax se diferencian por la estructura horizontal y vertical de la vegetación más que por la composición florística esencial.

La ER Pampa coincide en el 96% de su territorio con la PF Pampeana y ésta tiene el 87% de su extensión en la ER Pampa, un 8% en la ER Espinal y un 4% en la ER Delta e Islas de los ríos Paraná y Uruguay. La diferencia se debe a que el mapa de Cabrera no separa los valles de los grandes ríos, los cuales quedan inmersos en las PF vecinas (Pampeana, del Espinal, Chaqueña). En trabajos previos, Cabrera (1951) separaba las selvas marginales de los ríos Paraná y Uruguay, cortando las PF Chaqueña, Pampeana y del Espinal en dos sectores cada una (Ribichich, 2002), tal como se muestra en el mapa de nuestros Complejos Ecosistémicos. Cabrera (1976) divide la PF Pampeana en cuatro distritos: Uruguayense, Pampeano Oriental, Pampeano Occidental y Pampeano Austral, mientras que Morello *et al.* (2012) dividen la ER en 11 complejos. Por las descripciones de Cabrera puede deducirse que el Distrito Uruguayense coincide aproximadamente con el complejo Pampa Mesopotámica y con el complejo Delta del Paraná de la ER Islas y Delta de los ríos Paraná y Uruguay. El Distrito Pampeano Oriental incluye los complejos Pampa Ondulada y Pampa Deprimida mientras que el Distrito Pampeano Occidental incluye el norte del Complejo Pampa Ondulada, los complejos Pampa Medanosa, Pampa Llana, Pampa Arenosa Anegadiza, Lagunas Encadenadas y parte de los complejos Pampa Arenosa y Pampas Arenosas con arbustal pastizal, éste último de la ER Espinal. El Distrito Austral incluye los complejos Sierras Bonaerenses y Pampa Interserrana. La comparación de las listas de especies entre ambos sistemas de clasificación muestra que este intento de asimilación entre las jerarquías inferiores de estos sistemas es aproximado pero viable.

La PF del Espinal tiene 74% de su extensión en la ER Espinal mientras que esta última tiene 68% de su territorio en la PF del Espinal y el resto se divide entre las PF del Monte y Pampeana. Más arriba se describió la extensión de la PF del Espinal hacia el Norte, lo cual determina las diferencias entre ambos mapas.

El 100% de la ER Selva Paranaense se encuentra en la PF Paranaense, pero sólo el 68% de la PF coincide con la ER. Esto se debe a que la PF Paranaense se extiende hacia el Este y Sudeste y tiene 18% de su extensión en la ER Campos y Malezales y 11% en los Esteros de Iberá. La PF se divide en dos distritos: de las selvas mixtas y de los campos. El primero coincide con la ER Selva Paranaense y con el complejo Valles Fluviales de la ER Campos y Malezales. El Distrito de los Campos se ubica en el extremo norte del Complejo Colinas y Llanuras Onduladas de la ER Campos y Malezales y en el extremo norte de los complejos Lagunas y Esteros del Este y del NO de la ER Esteros del Iberá. También ocupa una pequeña porción de la ER Delta e Islas del Paraná.

El 80% de la ER Estepa Patagónica se encuentra en la PF Patagónica y el 96% de la PF Patagónica coincide con la ER Estepa Patagónica. Este es el caso en que hay mayor coincidencia espacial entre PF y ER. Para la descripción y composición florística, Matteucci (2012) se basó en trabajos locales de Soriano y de sus discípulos. Por lo tanto, en este caso se esperan similitudes entre ambos sistemas de clasificación. Cabrera, siguiendo a Soriano (1956), divide la Provincia en cinco distritos, completando con un sexto propuesto por Cabrera. En Matteucci (2012)

se delimitan y describen 14 complejos de ecosistemas sobre la base de la geomorfología y los patrones espaciales.

Hay grandes discrepancias entre el resto de las ER y PF: estas ER se distribuyen en tres o más PF y ninguna de ellas tiene más del 50% de su territorio en alguna PF. Por ejemplo, la ER Puna se divide en partes casi iguales entre las PF Altoandina y Prepuneña, aunque la PF Puneña coincide en el 84% de la ER Yungas y en 16% con la ER Puna. La PF Altoandina tiene 34% de su extensión en la ER Altos Andes, 20% en la ER Puna y otro 20% en la ER Bosques Patagónicos. La ER Altos Andes tiene 64% de su superficie en la PF Altoandina y 25% en la PF Prepuneña; esta PF es más ancha que la ER Altos Andes en el sector septentrional y más angosta en el sector meridional. La PF Puneña coincide en 84% de su territorio con la ER Yungas, mientras que la PF Yungas se distribuye entre las ER Yungas (48%) y Chaco Seco (52%). Dado que no hay coincidencias, no es posible establecer similitudes entre distritos y complejos ecosistémicos en las tierras altas del Noroeste de la Argentina.

Según afirman Cabrera (1976) y Cabrera y Willink (1973) el sistema de clasificación en Provincias Fitogeográficas se basa sobre afinidades florísticas, aunque las descripciones de las diversas jerarquías incluyen variables climáticas, del relieve, edáficas y, a veces, de uso de la tierra. La clasificación en Ecorregiones y Complejos Ecosistémicos (Morello *et al.,* 2012) divide el territorio sobre la base de geología, geomorfología y patrones espaciales de los elementos del paisaje. Parecería que Cabrera y Cabrera y Willink también han tenido en cuenta el relieve y la geomorfología, al menos para la construcción de su mapa. Esta presunción se soporta en el influyente trabajo de Takhtajan (1986), que incluye a la Argentina en sólo tres regiones fitogeográficas: Brasileña y Andina en el tercio septentrional y Chileno Patagónica al Sur en los dos tercios meridionales del territorio argentino. La clasificación de Cabrera ha sido criticada con argumentos de peso (Ribichich, 2002) pero acordamos con esta autora que los trabajos de Cabrera, a pesar de representar conocimiento provisional, han tenido gran influencia en el desarrollo de la fitogeografía y ecología regional en la Argentina.

No es posible comparar nuestro trabajo con la propuesta de clasificación cuantitativa de Alterra (Mücher *et al.,* 2006; Wascher, 2005), ya que tanto los objetivos como los métodos y las descripciones son totalmente diferentes. Tenemos esperanza que la propuesta de Alterra sea probada alguna vez en la Argentina, ya que aplica técnicas cuantitativas que permiten acotar la subjetividad, entre otras ventajas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

ARDA. 1965. The Canada Land Inventory. Report Nº 1: Objectives, scope and organization. Department of Forestry, Otawa. 14 pp.

Ardiles, B. *et al.* 2014. Ecorregiones y Servicios Ecosistémicos: Impacto y vulnerabilidad al cambio climático. Posibles medidas de adaptación. Región Patagonia. Secretaría del Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires. 244 pp.

Bailey, R.G. 1985. The factor of scale in ecosystem mapping. *Environmental Management* 9(4): 271-276.

Blondel, J. 1979. Biogéographie et écologie. Paris, New York, Masson.

Blondel, J. 1995. Biogéographie. Approche écologique et évolutive. Paris, New York, Masson.

Bossard, M.; J. Feranec & J. Otahel. (2000) CORINE land cover technical guide - Addendum 2000. European Environment Agency, Copenhagen.

Braun Blanquet, J. & R. Maire. 1921. Études sur la végétation et la flore marocaines. *Bulletin de la Societé Botanique de France* 68: 5-7.

Burkart, R.; N.O. Bárbaro; R.O. Sánchez & D.A. Gómez. 1999. Eco-regiones de la Argentina. Administración de Parques Nacionales, Buenos Aires. Pp 43.

Cabrera, A.L. 1951. Territorios fitogeográficos de la República Argentina. *Boletín Sociedad de la Sociedad Argentina de Botánica* 4: 21-65.

Cabrera, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. *En*: W.F: Kugler (*ed*.) Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Tomo II. Acme. Buenos Aires. Argentina. 85 pp.

Cabrera, A.L. & A. Willink.1973. Biogeografía de América Latina. Monografía 13. Serie de Biología. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington DC. 120 pp.

Danserau, P. 1951. Description and recording of vegetation upon structural basis. *Ecology* 32(2): 172-229.

Davies, C.E.; D. Moss & M.O. Hill. 2004. EUNIS Habitat classification. European Environment Agency. 310 pp.

Devillers, P.; J. Devillers-Terschuren & J.-P. Ledant. 1991. CORINE biotopes manual. Vol.2. Habitats of the European Community. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Di Gregorio, A. & L.J.M. Jansen. 2000. Land Cover Classification System. Environment and Natural Resources Service (SDRN)GCP/RAF/287/ITA Africover – East Africa Project, Soil Resources, Management and Conservation Service (AGLS). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Di Gregorio, A. & D. O'Brien. 2012. Overview of land cover classifications and their interoperability. *In*: C.P. Giri (*ed*) Chapter 4: Remote Sensing of Land Use and Land Cover. Principles and Applications. CRC Press. Pp. 37-48.

Di Gregorio, A.; G. Jaffrain & J-L Weber. 2011. Land cover classification for ecosystem accounting. Expert meeting on Ecosystem Accounts, London. 29 pp.

Du Rietz, G.E. 1931. Zur methodologischen Grundlage der moderne Pflanzensoziologie. Hozhausen, Viena. 272 pp. (citado en Matteucci *et al.,* 1979).

Ellenberg, H. 1967. Ecological and pedological methods of forest site mapping. Veroffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rubel, in Zurich, Heft 39. 298 pp.

FAO. 2005. Sistema de clasificación de la cobertura de la tierra. Conceptos de clasificación y manual del usuario. Versión 2 del programa. FAO, Roma. 226 pp.

Fosberg, F.R. 1961. A classification of vegetation for general purposes. *Tropical Ecology* 2: 1-28.

Grisebach, A. 1875. Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordung. (citado en Matteucci *et al.,* 1979).

Herold, M.; R. Hubald & A. Di Gregorio. 2009. Translating and evaluating land cover legends using the UN land cover classification system (LCCS). Report Nº 43. Jena, Alemania. 189 pp.

Hueck, K. 1960. Mapa de la vegetación de la República de Venezuela. Boletín Nº 7, Instituto Forestal Latino-Americano de Capacitación e Investigación, Mérida, Venezuela.

Hult, R. 1881. Försock till analystik behandling af växtformationerna. (citado en Matteucci *et al.,* 1979).

INTA. 2009. Monitoreo de la cobertura y uso del suelo a partir de sensores remotos. Programa nacional de ecorregiones. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires. Pp 31 + 2 anexos.

ITE. 1996. Habitats of South America. Institute of Terrestrial Ecology, Institute Royal des Sciences Naturelles de Belgique. 419 pp.

Klijn, F. & H.A.U. de Haes. 1994. A hierarchical approach to ecosystems and its implications for ecological land classification. *Landscape Ecology* 9(2): 89-104.

Küchler, A.W. 1949. A physiognomic classification of vegetation. *Annals of the Association of American Geographers* 39: 201-210.

Kuchler, A.W. & Zonneveld, I.S. (*eds*.). 1988. Vegetation Mapping. Handbook of Vegetation Science, Vol. 10. Dordecht, The Netherlands: Kluwer Academic.

Matteucci, S.D. 2010. El paisaje desde la ecología de paisajes. *Fronteras* 9: 1-4.

Matteucci, S.D. 2012. Ecorregión Estepa Patagónica. *En*: Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos. Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires. Pp 549-654.

Matteucci, S.D.; A. Colma & L. Pla. 1979. La Vegetación de Falcón. Publicaciones del Instituto Universitario de Tecnología, Coro, Falcón, Venezuela. 307 pp. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Silvia_Matteucci/publications

McMahon, G.; S.M. Gregonis; S.W. Walton; J.M. Omernik; T.D. Thorson; J.A. Freeouf; A.H. Rorick & J.E. Keys. 2001. Developing a spatial framework of common ecological regions for the conterminous United States. *Environmental Management* 28: 293-316.

Morales Poclava, M.; L. Lizarraga; H. Elena; Y. Noé; J. Mosciaro; L. Vale; H. Paoli & J. Volante. 2007. Cobertura del suelo en el noroeste argentino (NOA) mediante Land Cover Classification System (LCCS-FAO).

Morello, J. & J. Adámoli. 1974. Grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco argentino. Segunda parte: Vegetación y ambiente de la provincia del Chaco. Serie fitogeográfica Nº13. INTA, Buenos Aires. 130 pp.

Morello, J.; A.F. Rodríguez.; M.E. Silva; N.E.Mendoza & S.D. Matteucci. 2007. Metodología para la Clasificación de Ambientes en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Argentina. *Revista FRONTERAS* 6: 37-40.

Morello, J.; S.D. Matteucci; A.F. Rodríguez & M.E. Silva. 2012. Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos. Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires. 752 pp.

Mücher, C.A.; R.G.H. Bunce, R.H.G. Jongman; J.A. Klijn; A.J.M. Koomen; M.J. Metzger & D.M. Wascher. 2003. Identification and characterisation of environments and landscapes in Europe. Informe 832. Alterra, Wageningen. 119 p.

Mücher, C.A.; D.M. Washer; J.A. Klijn; A.J.M. Koomen & R.H.G. Jongman. 2006. A new European Landscape Map as an

integrative framework for landscape character assessment. *En:* R.G.H. Bunceand & R.H.G. Jongman (*eds*) Landscape Ecology in the Mediterranean: inside and outside approaches, Proceedings of the European IALE Conference, Faro, Portugal. IALE Publication Series 3, pp. 233-243.

Navarro Rau, M.A.; H. Matteio & R. Barrios. 2013. Dinámica de la cobertura y uso del suelo. Ecorregión Mesopotamia. Informe PNECO 092022, INTA.

Olson, D.M.; E. Dinerstein; E.D. Wikramanayake; N.D. Burgess, *et al.,* 2001. Terrestrial ecoregions of the World: a new map of life on earth. *BioScience* 51(11): 933-938.

Omernik, J.M. 1995. Ecoregions: A spatial framework for environmental management. *In*: W.S. Davis & T.P. Simon (*eds*.) Biological assessment and criteria: Tools for water resource planning and decision making. Lewis Publishing Boca Raton, Florida.

Omernik, L.M. 2004. Perspectives on the nature and definition of ecological regions. *Environmental Management* 34(1): 527-538.

Polynov, B.B. 1925. Landscape and soil (citado en Sukachev & Dylis 1964).

Raunkier, C. 1934. The life form of plants and statistical plant geography. Clarendon, Oxford. 632 pp.

Richards, P.W. 1952. The tropical rainforest, an ecological study. Cambridge University Press, Cambridge, 450 pp.

Ribichich, A.M. 2002. El modelo clásico de la fitogeografía Argentina: un análisis crítico. *Interciencia* 27(12): 669-675.

Schmid, E. 1963. Die Erfassung der Vegetationseinheiten mit floristischen und epimorphologischen Analysen. *Berichte der Schweizerischen Gesellschaft* 73: 276-324.

Soriano, A. 1956. La vegetación de la República Argentina. IV. Los distritos florísticos de la Provincia Patagónica. *Revista de Investigaciones Agrícolas* 10: 323-347.

Soriano, A. 1983. Deserts and semideserts of Patagonia. *In*: N. West (*ed*.) Temperate deserts and semideserts. Elsevier, The Netherlands.

Sukachev, V. & N. Dylis. 1964. Fundamentals of forest biogeocoenology. Oliver and Boyd, Edinburg. 672 pp.

Takhtajan, A. 1986. Floristic regions of the world. University of California, Berkeley. 522 pp.

TPG. 2014. Investigation instruments: the MUC system. The GLOBE Program. A Worldwide science and education program. Disponible en: http://www.globe.gov/documents/355050/cd48320b-da27-4269-8b8a-5e27e6a45be3

Udvardy, M.D.F. 1975. A classification of the biogeographic regions of the World. IUNC Occasional Paper Nº 18, Morges. 50 pp. Disponible en: http://cmsdata.iucn.org/downloads/udvardy.pdf

UNESCO. 1973. International Classification and Mapping of Vegetation. Paris: UNESCO.

Val, V. del. 2011. Tipos Funcionales de Ecosistemas & Cambios en el Uso del Suelo en el NOA. Trabajo de Tesis para acceder al título de grado en Ing. en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Universidad Nacional de Salta, INTA.

Vallone, R.C.; G.F. Olmedo; L. Cara; J. Volante & D.A. Collado. 2008. Relevamiento de la cobertura del suelo de la Provincia de Mendoza mediante sensores remotos. INTA.

Volante, J.N.; M.J. Mosciaro; D. Alcaraz-Segura; L.M. Vale; E.F. Viglizzo & J.M. Paruelo. 2014. Dinámica del avance de la frontera agropecuaria y cambios funcionales en ecosistemas del Noroeste de Argentina. *En*: C. Pascale Medina, M. Zubillaga, M.A. Taboada (*eds.*) Los suelos, la producción agropecuaria y el cambio climático: avances en la Argentina. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca; AACS y AAPA.

Volante, J.N. 2015. Dinámica y consecuencias del cambio en la cobertura y el uso del suelo en el Chaco Semi-Árido. Tesis presentada para optar al título de Doctor de la Universidad de Buenos Aires, Área Ciencias Agropecuarias. INTA, EEA Salta.

von Humboldt, A. 1808. Ideen zu einer Physiognomic der Gewächse.(citado en Matteucci *et al.,* 1979).

Wallace A.R. 1876. *The geographical distribution of animals*. Macmillan, London (Citado en Udvardy 1975).

Warming, E. 1909. Oecology of plants. An introduction to the study of plant communities. Oxford University Press, London. 422 pp. ed. Inglesa modificada del original en danés de 1985.

Wascher, D.M. 2005. Landscape character. Linking space and function. *En:* D.M Wascher (*ed*) European landscape character areas. Typology, cartography and indicators for assessmet of sustainable landscapes. Landscape Europe-ELCAI, Alterra, Wageningen. Pp: 1-4.

Whittaker, R.H. 1962. Classification of natural communities. *The Botanical Review* 28(1): 1-239.

Wyatt, B. & D. Moss. 1991. CORINE Biotopes. Commission of the European Communities, Luxembourg.

Yucon Envirothon. 1997. The MUC system. http://www.yukonenvirothon.com/biome-classification.html