

Cambio de la cobertura arbórea de la provincia de Córdoba: análisis a nivel departamental y de localidad (periodo 2000-2012)

Lisandro Agost¹

¹ *Cátedra de Antropología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.*

Fecha de recepción del manuscrito: 10/06/2015

Fecha de aceptación del manuscrito: 07/09/2015

Fecha de publicación: 15/09/2015

Resumen: los bosques nativos brindan numerosos servicios ecosistémicos y sociales. Sin embargo las políticas de desarrollo socio-económicas que predominan en la provincia de Córdoba, en las últimas décadas, van en detrimento de su preservación, recuperación o mantenimiento. Frente a este panorama socio-ambiental es fundamental contar con información actualizada generada por diversas fuentes y que pueda ser utilizada a escala local, regional y provincial, para determinar causas, consecuencias e impactos de la deforestación a corto y largo plazo. El objetivo de la investigación fue evaluar el cambio de cobertura arbórea en el periodo 2000-2012 a través de la utilización de imágenes satelitales en sistemas de información geográfica, a escala provincial, departamental y local, para brindar información sobre su estado actual. A partir de datos de imágenes raster de cobertura de canopia, pérdida y ganancia, se calcularon indicadores de cobertura de la canopia de árboles, porcentaje de la superficie cubierta por árboles, cantidad de hectáreas de cobertura total per cápita y proporción de pérdida total de cobertura de árboles, para las escalas provincial, departamental y local, dentro del período de tiempo 2000-2012. Se observó una tendencia generalizada a la disminución de la cobertura de árboles, y sus indicadores asociados, en casi todas las escalas. Se observaron patrones espaciales en diferentes escalas, de mayor y menor densidad de la canopia, de pérdida y de escasa recuperación o ganancia. La base de datos generada permitió realizar estimaciones de la cobertura de árboles y sus cambios de manera rápida y efectiva en todo el periodo y escalas de análisis propuestas.

Palabras clave: densidad de la canopia, pérdida de bosque, imágenes satelitales, sistemas de información geográfica

Abstract: native forests provide many ecosystem and social services. However, the policies of socio-economic development prevailing in the province of Córdoba, in recent decades, are detrimental to their preservation, restoration or maintenance. Given this socio-environmental outlook it is essential to have updated information generated by different sources, available to be used at local, regional and provincial levels, to determine causes, consequences and impacts of deforestation in the short and long term. The aim of the research was to evaluate the change in tree cover in the period 2000-2012 through the use of satellite images in geographic information systems, provincial, district and local level to provide information about its current state. Using data from raster images of canopy trees cover, loss and gain, tree canopy coverage indicators, percentage of land area covered by canopy trees, total number of canopy trees hectares per capita and proportion of total loss of coverage were calculated, to the provincial, departmental and local scales, within the period 2000-2012. A general trend in almost all scales to declining trees cover and in its associated indicators was observed. Spatial patterns were observed at different scales, major and minor canopy density, loss and low recovery or gain. The generated database allowed for estimates of canopy trees cover and its changes quickly and effectively throughout the period and scales of analysis proposed.

Keywords: canopy density, loss forest, satellite images, geographic information systems

INTRODUCCIÓN

La importancia de los bosques nativos por sus servicios ecosistémicos y sociales se encuentra muy bien documentada (Comisión de Ordenamiento Territorial del Bosque Nativo, 2010; Barchuk et al. 2010; Cabido y Zak,

2010; Giorgis et al. 2011). Sin embargo, las políticas de desarrollo socio-económicas que predominan en la provincia de Córdoba van en detrimento de su preservación, recuperación o mantenimiento (Paruelo et al. 2005; Britos y Barchuk, 2008; Red Agroforestal Chaco Argentina, 2008; Barchuk et al. 2010; Cabido y Zak, 2010; Red Agroforestal Chaco Argentina, 2012; Defensor del Pueblo de la Nación, 2011; Silvetti et al. 2013).

Si bien la pérdida de bosque nativo en la provincia de Córdoba inicia antes del siglo 20, es en las últimas décadas de este siglo y principios del 21 cuando la tasa de deforestación aumenta de manera significativa (Montenegro et al. 2004; Britos y Barchuk, 2008; Barchuk et al. 2010;

Dirección de contacto:

Lisandro Agost, Cátedra de Antropología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Dirección postal: Av. Vélez Sarsfield 299. Córdoba, Argentina. Correo electrónico: lisandroagost@gmail.com

Cabido y Zak, 2010; Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal, 2012). Este cambio se debe a la implementación de un sistema de producción agroindustrial, con siembra de transgénicos (principalmente soja, y más recientemente maíz) y utilización de agroquímicos, que expandió la superficie de la denominada “pampa gringa” del sureste provincial hacia la zona central y noreste (Montenegro et al. 2004; Pengue, 2004; Paruelo et al. 2005; Álvarez 2008; Cabido y Zak, 2010; Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal, 2012). A su vez el crecimiento de este modelo empujó las fronteras de producciones agropecuarias tradicionales, como cría de ganado, hacia los territorios provinciales del norte y noreste de la provincia (Britos y Barchuk, 2008). En conjunto este fenómeno de corrimiento de las fronteras agropecuarias, provocó la deforestación de zonas anteriormente destinadas a otros tipos de producción o que nunca habían sido explotadas (Pengue, 2004; Paruelo et al. 2005; Álvarez, 2008; Britos y Barchuk, 2008; Cabido y Zak, 2010; Barchuk et al. 2010). Por otro lado los relictos de bosques nativos que no se vieron afectados por los modelos de producción primarios, comenzaron a sufrir una disminución por el crecimiento de los asentamientos urbanos y la implementación de proyectos inmobiliarios de gran envergadura (Gavier y Bucher, 2004; Álvarez, 2008; Ensabella, 2008).

Esta situación se viene registrando en diversos informes y publicaciones donde se detalla la deforestación en la provincia y sus impactos en las comunidades locales. Según el informe Monitoreo de Bosque Nativo elaborado por Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal, la tasa de deforestación de la provincia es una de las más altas del mundo para el periodo 1998-2002 (con pérdidas de 122.798 hectáreas). Para el periodo 2002-2006 la tasa se mantiene como la más alta del país, con una pérdida de 93.930 hectáreas (Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal, 2007). En un monitoreo para el periodo 2006-2011 del informe Monitoreo de la Superficie de Bosque Nativo de la República Argentina del 2012, la tasa de deforestación disminuye considerablemente pero se ubica dentro de las primeras de Argentina (Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal, 2012). Según este informe para este último periodo se debe tener en cuenta la sanción de la Ley Nacional N° 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos ya que: “... se pudo observar una tendencia generalizada a la disminución en el ritmo de pérdida de la superficie de bosque nativo, pero que no se manifiesta en el balance nacional al evaluar el período 2006-2011 por dos fenómenos particulares. El primero de ellos debido a un incremento muy marcado en el ritmo de pérdida de bosques en los meses previos a la sanción de la ley 26.331 en algunas provincias, posiblemente por la incertidumbre generada alrededor del debate previo a la sanción de la ley. El segundo se corresponde al gran aumento de la pérdida de bosques que han manifestado un pequeño grupo de provincias que previamente presentaban ritmos muy bajos de deforestación.” (Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal, 2012). El proceso de aprobación de esta ley en la provincia de Córdoba resultó particularmente conflictivo: sancionada en 2010 mediante la Ley provincial N° 9.814, fue declarada inconstitucional por

numerosas instituciones y organizaciones no gubernamentales (Barchuk et al. 2010; Silveti et al. 2013).

En resumen, del 71,4% (12 millones de hectáreas) de superficie cubierta con bosque nativo originales de la provincia de Córdoba a principio del siglo 20, se estima que en la actualidad queda solo un remanente de 3,6 % (594 mil hectáreas) de bosque, 12% (casi dos millones de hectáreas) si tenemos en cuenta arbustales, matorrales, sabanas, pastizales, roquedales, y/o sistemas asimilables a los anteriores (Comisión de Ordenamiento Territorial del Bosque Nativo, 2010).

Frente a este panorama socio-ambiental es fundamental contar con información actualizada, generada por diversas fuentes y que pueda ser utilizada a escala local, regional y nacional, para determinar causas, consecuencias e impactos de la deforestación en el corto y largo plazo.

Debido a que el fenómeno de los bosques y su preservación involucra diversos actores sociales, medios de producción y ejes de poder (Silveti et al. 2013), se deben planificar acciones y políticas en conjunto en todos los niveles afectados. Para ello es imprescindible el involucramiento de la comunidad, que son el primer eslabón para lograr cambios a nivel local.

El objetivo de la investigación fue evaluar el cambio de cobertura arbórea en el periodo 2000-2012 a través de la utilización de imágenes satelitales en sistemas de información geográfica (SIG), a escala provincial, departamental y local, para brindar información sobre su estado actual. Ello posibilitará contar con datos para que los gobiernos de distintos niveles, las instituciones y/o organizaciones no gubernamentales, puedan accionar para lograr o exigir un cambio que revierta la situación actual.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se basa en los datos elaborados por la investigación Cambios del Bosque a Nivel Global 2013 (Global Forest Change en inglés). Dicho trabajo es resultado del análisis en el tiempo de 654.178 imágenes Landsat que permitieron caracterizar, a nivel global, la extensión forestal y sus cambios, en el periodo de años 2000 al 2012 (Hansen et al. 2013). Esta investigación generó tres tipos de datos raster de libre acceso que puede ser visualizada y descargada en la página de internet de los autores. Por un lado, el “porcentaje de cobertura de árboles del año 2000”, definiendo “árboles” como toda vegetación de más de 5 metros de altura. Por otro lado, “la pérdida del bosque” que se define como un reemplazo, cambio o perturbación del estado considerado como bosque a otro que no lo es. Y por último, “la ganancia de bosque” se define a la inversa de la pérdida como un cambio del estado de no bosque a estado contrario completo, dentro del período de estudio. Es importante destacar que este estudio no distingue entre cobertura nativa de exótica, lo cual trae consecuencias en los análisis e interpretación de los resultados. El área de estudio incluye toda la superficie mundial, por un total 128.8 Mkm², o el equivalente a 143 mil millones de píxeles Landsat de 30 metros de resolución. La información de este trabajo permite una caracterización a escala global con una alta resolución a nivel local (Hansen et al. 2013). Para corroborar sus datos, el estudio de Hansen los comparó con los del proyecto Evaluaciones de los

Recursos Forestales Mundiales (FRA), de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), referencia estándar a escala global para los recursos forestales. Si bien para muchas regiones globales existen discrepancias con los resultados del FRA la región con la mayor correlación entre ambas metodologías se da en América Latina (Hansen et al. 2013). Para validar los datos de cambio de la cobertura, pérdida o ganancia, se utilizaron dos técnicas: la primera utilizando un muestreo aleatorio estratificado de 120 bloques por bioma específico; la segunda, usando datos del sistema LiDAR (light detection and ranging) de la GLAS (Geoscience Laser Altimetry System) perteneciente a la NASA (Hansen et al. 2013).

Los datos raster utilizados se descargaron a través de una grilla de representación mundial donde se consignó la ubicación 20 Sur y 30 Sur, ambas 70 Oeste. Esta información corresponde a: primero, la cubierta de la canopia para el año 2000, codificado como un porcentaje de una celda, o pixel de la cuadrícula de la imagen de salida en el rango de 0-100%, donde el valor 0% representa la no cobertura de árboles. Segundo, año de evento de pérdida bruto de cubierta de árboles: un desglose de la pérdida total de cobertura de la canopia, a escalas de tiempo anuales. Esta información se encuentra codificada en sus pixeles, ya sea como cero (sin pérdida) o bien un valor en el rango de 1-12, que representa las pérdidas detectadas en cada año desde el 2001 al 2012. Por último, la cobertura global de árboles ganada 2000-2012: ganancia total de cobertura de la canopia durante el período 2000-2012, codificada como uno (ganancia) o cero (sin ganancia). Las imágenes de Cambios del Bosque a Nivel Global 2013 (Hansen et al. 2013) fueron proyectadas del sistema de coordenadas geográficas mundial al sistema de coordenadas POSGAR 1998 Argentina, Zona 4 (Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional, 1999), para compatibilizar su uso con las otras capas de información georreferenciadas y poder realizar los análisis. Luego se unieron ambas imágenes correspondientes a la latitud 20 y 30 sur para lograr una sola imagen de cada representación. Mediante este proceso se obtuvieron tres imágenes raster para evaluar el estado de la cobertura en el año 2000 y sus cambios hasta el año 2012 (las imágenes raster resultantes tienen una resolución aproximada de 30,09913356 metros). Por cuestiones prácticas se recortaron dichas imágenes utilizando un polígono de base de la provincia de Córdoba, donde se calculó un perímetro 35 kilómetros más allá del límite provincial para asegurar la representación de localidades periféricas en los análisis posteriores (Fig. 1).

Los datos de cobertura fueron obtenidos a partir de estadísticas de zonas en cada escala. Se contabilizaron así los pixeles de cada una de las capas de entrada raster en la zona específica de interés, lo cual dio un resultado en metros cuadrados. Estos resultados se pasaron a hectáreas y se obtuvieron los totales para el cálculo de los índices.

Las escalas de análisis de los datos fueron a nivel departamental y a nivel localidad. Para el caso de los departamentos se contabilizaron 26 unidades definidas por los polígonos disponibles en el GeoPortal de la Subdirección de Cartografía y SIG, de la Dirección General

de Estadísticas y Censos de la provincia de Córdoba (Subdirección de Cartografía y SIG, 2014).

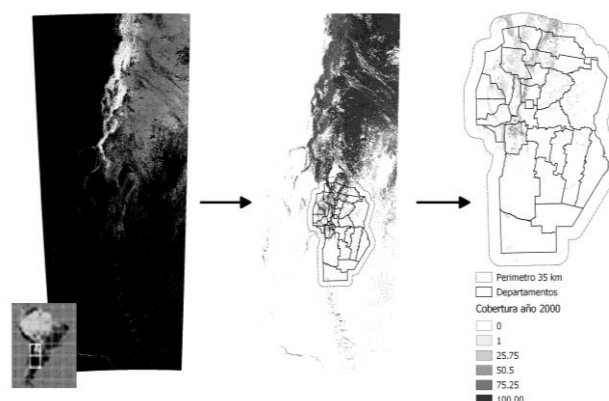


Fig. 1. Procesos de obtención y elaboración de la base de datos (a modo esquemático).

Para las localidades fueron seleccionadas aquellas que poseían más de 1.000 habitantes según el Censo Nacional de Viviendas del 2010 (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2010), lo cual definió 224 unidades de análisis. Estas 224 localidades se representaron de dos maneras (Fig. 2): por su representación poligonal utilizada para el censo 2010 (unión de radios censales del año 2010 de la Subdirección de Cartografía y SIG, Dirección General de Estadística y Censos Gobierno de la Provincia de Córdoba, (Subdirección de Cartografía y SIG, 2014)) y por la mancha urbana, construida a partir de imágenes satelitales y corroborada con el trabajo Bases Ambientales para el Ordenamiento Territorial del Espacio Rural de la Provincia de Córdoba (BAOTCba, 2010). Esta distinción entre ambas formas de representar las unidades locales reside en las diferencias que pueden surgir en superficie ocupada por el asentamiento urbano más allá de lo utilizado para vivienda (es el caso de muchas localidades que poseen zonas de asentamientos de polos industriales por ejemplo). Luego de este procesamiento quedaron representadas 224 localidades por polígono censal y 224 por mancha urbana. A estas 448 unidades se le calcularon anillos perimetrales de 10, 5 y 2 kilómetros para evaluar el porcentaje de cobertura y sus cambios. Esto permite calcular, a grandes rasgos, la disponibilidad de cobertura de árboles en relación a la superficie que ocupan los asentamientos urbanos, la cantidad de cobertura de árboles per cápita, cobertura perimetral próxima (se justifica analizar la cobertura en rangos de proximidad a la periferia urbana ya que los bosques además de sus servicios ecosistémicos más conocidos, desempeñan diversas funciones como la regulación microclimática, barrera viva de plagas y/o vectores nocivos, protección de las inclemencias climáticas y de los contaminantes de la actividad productiva industrial o agroindustrial, entre otras funciones) y otros indicadores locales que no se encuentran disponibles en la actualidad. En este artículo solo se publican los resultados para los anillos perimetrales de 10 kilómetros.

La cobertura de la canopia de árboles al año 2000, se dividió del rango de 0 a 100 por ciento (%) original en: 0 % (sin cobertura de árboles), de 1 a 25,75 %, de 25,75 a 50,5 %, de 50,5 a 75,25 % y de 75,25 a 100 %, respectivamente, para su mejor representación en indicadores, mapas y

tablas. En numerosas ocasiones se agregan los datos en dos grupos: de 1 a 100% y de 25,75 a 100%. Esto permite la rápida comparación teniendo en cuenta un rango de densidad menor o mayor, lo cual puede tomarse como un indicador de calidad de la cobertura. En cuanto a los datos de la pérdida y ganancia de bosque no se modificaron las clasificaciones originales.

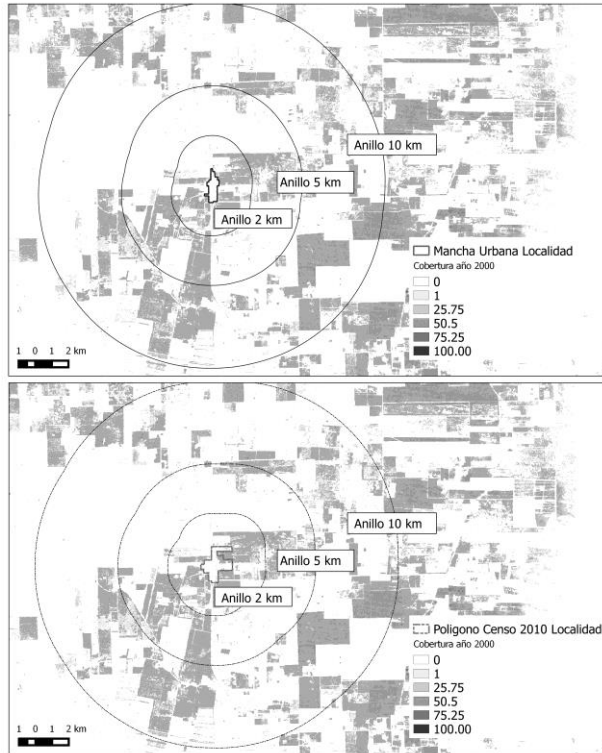


Fig. 2. Representación de las unidades de trabajo a nivel localidad, creación de anillos perimetrales de 2, 5 y 10 kilómetros a partir de las manchas urbanas y de la unión de radios censales (a modo esquemático).

A partir de los datos de cobertura de canopia, pérdida y ganancia, se calcularon los siguientes indicadores: en primer término, cobertura de la canopia de árboles al año 2012 para todas las unidades de análisis. Este dato es una aproximación que surge de sumar la superficie ganada de bosque y restar la superficie perdida, para el periodo 2000 al 2012, a la cobertura inicial del año 2000. En este cálculo no se tiene en cuenta degradación o pérdida de la densidad parcial, ya que, tanto la ganancia como la pérdida de cobertura es considerada como un cambio total de estado forestal a no forestal y viceversa (Hansen et al. 2013). Por lo tanto en todos los índices mostrados para el año 2012 no se discrimina por densidad de canopia. En segundo lugar, porcentaje de la superficie de la unidad de análisis cubierta por árboles para el año 2000, en dos agrupaciones según se tenga en cuenta el rango de densidad de la canopia de 1 a 100% y de 25,75 a 100%. Tercero, porcentaje de la superficie de la unidad de análisis cubierta por árboles para el año 2012. Cuarto, cantidad de hectáreas de cobertura arbórea per cápita para el año 2000 y para el 2012 en cada unidad. Se tomaron los datos de población del Censo Nacional de Viviendas 2001 y 2010 (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2001; Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2010). Y por último, proporción de pérdida total en cada unidad de análisis: representa el porcentaje que se perdió durante el periodo 2000-2012, teniendo en cuenta la cobertura inicial más la cobertura ganada en dicho periodo.

Para todos los casos las unidades de medida representadas son las hectáreas (ha).

RESULTADOS

Se analizaron imágenes raster de cobertura de la canopia de árboles, su pérdida y ganancia, equivalentes a la superficie de la provincia (16.573.912 de hectáreas). De esta superficie en el año 2000 un 9,07% (1.503.731 hectáreas) estaban cubiertas por árboles en porcentajes de densidad de entre 1 a 100%; y solo 4,9% (812.502 hectáreas) si se tiene en cuenta las densidades de 25,75 a 100%. En el periodo 2000-2012 se perdieron 151.054 hectáreas (aproximadamente un 10% de la cobertura del año 2000) y se ganaron 7.987 hectáreas en toda la provincia (se perdieron 19 veces más hectáreas de las que se ganaron). En la Fig. 3 se muestra la evolución de la pérdida de bosque en toda la provincia. Se observan dos picos de mayor cantidad de hectáreas perdidas: en el año 2004 (22.476 hectáreas) y en el 2007 (20.220 hectáreas). A partir de este último año la cantidad de hectáreas perdidas decae abruptamente hasta el 2012. En dicho año la cobertura de árboles ocupa un 8,21% (1.360.666 hectáreas) del territorio provincial, teniendo en cuenta densidades de 1 a 100%.

En la Tabla 1 se muestra la cantidad de hectáreas que ocupa la cobertura de la canopia de árboles al año 2000, para todos los departamentos, dividido en rangos de 1 a 25,75%, de 25,75 a 50,5 %, de 50,5 a 75,25 % y de 75,25 a 100 %, de densidad, y el total. También se muestran el porcentaje de superficie de cada departamento ocupados por los totales de densidad de 1 a 100% y de 25,75 a 100% respectivamente. Si se tiene en cuenta la primera agrupación de densidad los cinco departamentos con mayor superficie cubierta son, en orden creciente, San Javier, Punilla, Sobremonte, Calamuchita e Ischilín, con rangos de superficie cubierta de 24 a 34%. De los restantes ocho poseen una superficie cubierta entre el 23 al 11% y 13 menos de un 10%. Si se tiene en cuenta la segunda agrupación (de mayores densidades de canopia), los cinco departamentos de mayor superficie cubierta son, en orden creciente, Tulumba, Totoral, Colón, Río Seco y Calamuchita, con rangos de superficie cubierta de 13 a 18%. De los restantes, 16 están entre el 11 al 1% y cinco con menos del 1% de su superficie cubierta por árboles.

En la Tabla 2 y la Fig. 5 se muestran los cambios que sufrió la cobertura desde el año 2000 al 2012. En cuanto a la superficie ganada en hectáreas los departamentos que más ganaron son San Justo, Río Cuarto y Calamuchita, con valores inferiores a las 1.400 hectáreas en todo el periodo. Los demás departamentos no superan las 700 hectáreas ganadas en todo el periodo.

Los seis departamentos que perdieron mayor cantidad de hectáreas (por arriba de las 8.000) son, en orden creciente, Cruz del Eje, Sobremonte, Río Primero, Río Seco, Tulumba e Ischilín. Estos departamentos se encuentran ubicados geográficamente al norte de la provincia, formando un bloque (Fig. 5). El departamento Tulumba es un caso extremo ya que en el periodo bajo estudio perdió 30.793 hectáreas y solo ganó aproximadamente 16 hectáreas, una relación de 1.942 veces perdido sobre ganado.

TABLA 1. Cantidad de hectáreas que ocupa la cobertura de la canopia de árboles al año 2000, dividido en cuatro rangos de densidad, y porcentaje de superficie del departamento cubierto por los totales de densidad de 1 a 100% y de 25,75 a 100% (en gris se resaltan los cinco valores máximos por categoría).

Fuente: elaboración propia a partir de datos del proyecto Cambios del Bosque a Nivel Global 2013 (Hansen et al. 2013) y del GeoPortal (Subdirección de Cartografía y SIG 2014).

Departamento	Cantidad de hectáreas que ocupa la cobertura de la canopia 2000				Total Cobertura 1-100% (Ha)	% Sup. Dpto. Cub. 1-100%	% Sup. Dpto. Cub. 25,75-100%
	1 - 25,75%	25,75 - 50,5%	50,5 - 75,25%	75,25 - 100%			
Calamuchita	57.038,6	47.927,6	20.248,6	16.851,0	142.065,8	30,1	18,0
Capital	1.629,9	1.021,8	210,6	36,0	2.898,3	5,2	2,3
Colón	17.770,4	20.013,4	12.153,6	5.564,3	55.501,7	23,1	15,7
Cruz Del Eje	77.262,9	45.289,0	4.244,7	328,3	127.124,9	18,8	7,4
General Roca	3.392,6	12.411,4	1.434,9	656,7	17.895,6	1,4	1,1
General San Martín	999,6	2.411,9	2.242,1	1.544,3	7.197,9	1,5	1,3
Ischilín	115.632,3	53.238,9	2.823,8	443,3	172.138,2	34,1	11,2
Juárez Celman	1.122,8	2.304,3	1.891,9	1.587,0	6.905,9	0,9	0,7
Marcos Juárez	1.520,5	2.470,6	2.030,6	1.870,6	7.892,3	0,9	0,7
Minas	45.499,5	17.039,2	2.613,9	258,4	65.410,9	17,5	5,3
Pocho	19.463,3	4.808,8	1.434,8	237,9	25.944,8	8,1	2,0
Pdte. Roque Sáenz Peña	1.079,4	2.018,7	1.338,7	989,0	5.426,0	0,7	0,5
Punilla	37.856,4	17.871,6	6.038,9	1.889,7	63.656,8	25,1	10,2
Río Cuarto	17.059,7	10.843,9	3.100,6	1.325,5	32.329,6	1,7	0,8
Río Primero	8.567,9	29.820,5	14.982,1	3.161,1	56.531,6	8,4	7,2
Río Seco	32.394,0	90.303,9	23.517,6	1.132,2	147.347,6	21,7	17,0
Río Segundo	1.814,0	3.107,5	2.096,1	1.531,8	8.549,4	1,7	1,3
San Alberto	25.437,6	10.822,6	1.389,6	297,0	37.946,7	11,4	3,7
San Javier	21.758,6	12.045,0	2.647,2	582,5	37.033,3	24,4	10,1
San Justo	5.088,7	13.874,3	9.456,7	4.871,3	33.291,0	2,1	1,8
Santa María	23.100,0	18.136,9	6.499,6	3.378,6	51.115,1	15,5	8,5
Sobremonte	51.241,2	26.766,3	818,3	109,5	78.935,4	25,4	8,9
Tercero Arriba	1.358,3	1.961,7	1.019,4	554,8	4.894,2	0,9	0,7
Totoral	18.584,1	28.594,3	9.844,8	2.891,0	59.914,2	19,2	13,3
Tulumba	102.508,4	118.467,4	13.144,3	1.797,3	235.917,4	23,2	13,1
Unión	2.048,6	8.388,7	5.703,4	3.726,2	19.866,8	1,8	1,6

Total de Ha. pérdidas por año

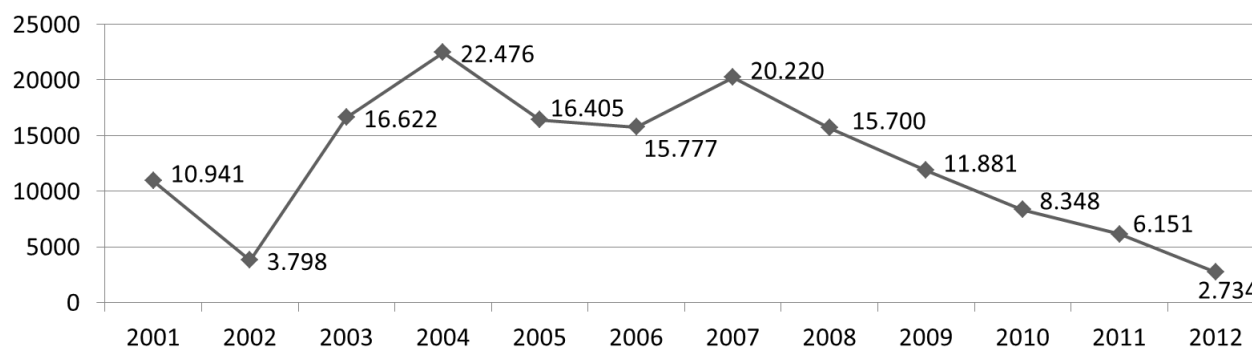


Fig. 3. Cantidad de hectáreas totales pérdidas por año en la provincia de Córdoba (densidades de canopia de 1 a 100%). Fuente: elaboración propia a partir de datos del proyecto Cambios del Bosque a Nivel Global 2013 (Hansen et al. 2013).

TABLA 2. Cambios de la cobertura por departamento desde el año 2000 al 2012, expresados en cantidad de hectáreas totales ganadas, pérdidas, cobertura total en el año 2000 y 2012 y porcentaje de pérdida total para el periodo entero (en gris se resaltan valores máximos por categoría).

Fuente: elaboración propia a partir de datos del proyecto Cambios del Bosque a Nivel Global 2013 (Hansen et al. 2013) y del GeoPortal (Subdirección de Cartografía y SIG 2014).

Departamento	Ganada 2000-2012 (Ha)	Pérdida 2001-2012 (Ha)	Cobertura año 2000 (densidad 1-100%) (Ha)	Porcentaje de pérdida total (%)	Cobertura año 2012 (densidad 1-100%) (Ha)
Calamuchita	1.360,5	6.418,4	142.065,8	4,5	137.007,8
Capital	24,1	260,8	2.898,3	8,9	2.661,6
Colón	159,6	2.062,3	55.501,7	3,7	53.599,0
Cruz Del Eje	104,7	8.008,2	127.124,9	6,3	119.221,4
General Roca	240,8	685,8	17.895,6	3,8	17.450,6
General San Martín	210,2	807,4	7.197,9	10,9	6.600,7
Ischilín	27,7	34.782,9	172.138,2	20,2	137.383,1
Juárez Celman	327,7	684,2	6.905,9	9,5	6.549,4
Marcos Juárez	393,5	944,6	7.892,3	11,4	7.341,2
Minas	11,1	190,7	65.410,9	0,3	65.231,2
Pocho	3,4	105,6	25.944,8	0,4	25.842,6
Pdte. Roque Sáenz Peña	247,7	984,6	5.426,0	17,4	4.689,1
Punilla	44,2	158,7	63.656,8	0,2	63.542,3
Río Cuarto	1.176,7	886,3	32.329,6	2,6	32.620,1
Río Primero	270,0	11.886,0	56.531,6	20,9	44.915,6
Río Seco	598,7	23.366,7	147.347,6	15,8	124.579,6
Río Segundo	116,3	1.159,3	8.549,4	13,4	7.506,5
San Alberto	15,9	1.340,2	37.946,7	3,5	36.622,4
San Javier	16,9	920,1	37.033,3	2,5	36.130,1
San Justo	976,4	4.786,5	33.291,0	14,0	29.480,8
Santa María	583,7	2.956,2	51.115,1	5,7	48.742,6
Sobremonte	7,4	9.537,7	78.935,4	12,1	69.405,2
Tercero Arriba	181,0	358,9	4.894,2	7,1	4.716,2
Totoral	173,7	3.647,7	59.914,2	6,1	56.440,2
Tulumba	15,9	30.793,4	235.917,4	13,1	205.139,8
Unión	699,9	3.320,2	19.866,8	16,1	17.246,5

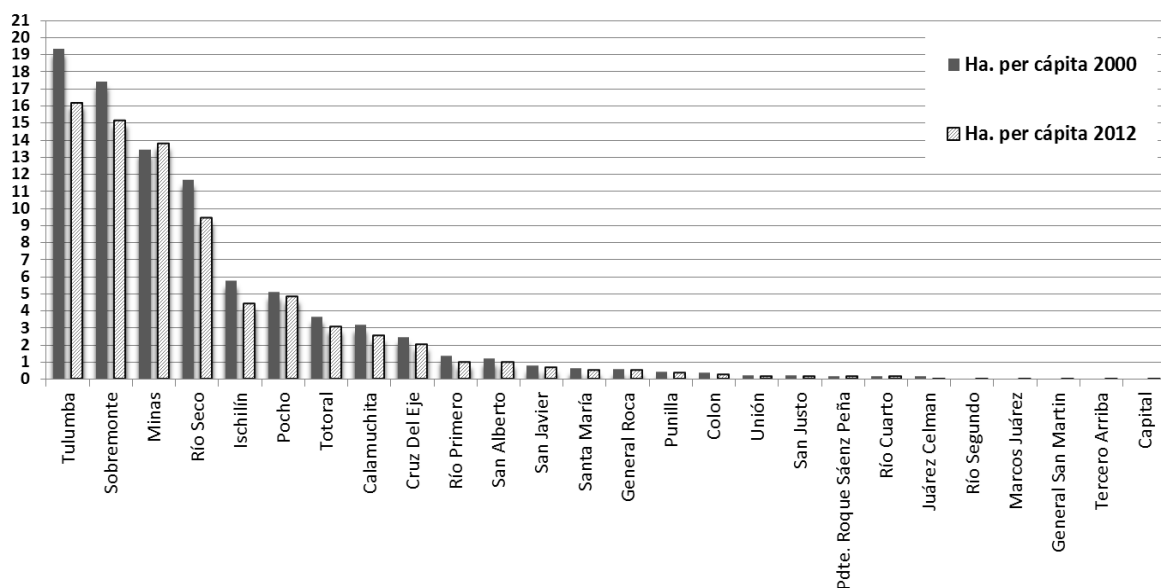


Fig. 4. Cantidad de hectáreas per cápita por departamento, para densidades de canopia de 1 a 100%, año 2000 y 2012. Fuente: elaboración propia a partir de datos del proyecto Cambios del Bosque a Nivel Global 2013 (Hansen et al. 2013) y de los censos nacionales del año 2001 y 2010 (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2001; Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2010).

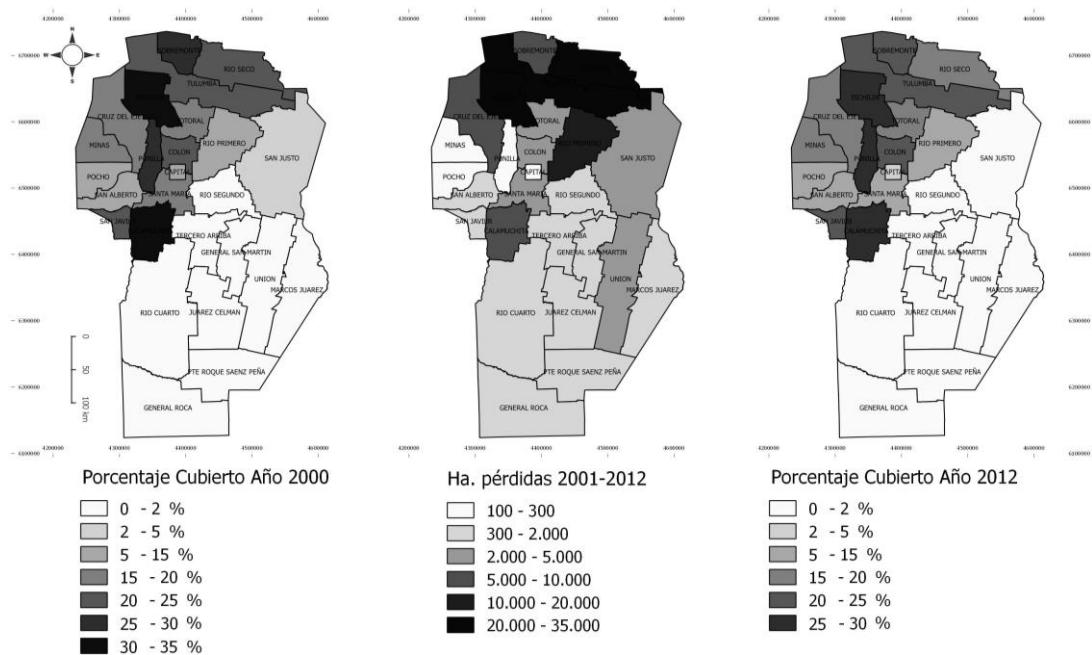


Fig. 5. Porcentaje de superficie del departamento ocupado por la cobertura de la canopia de árboles (densidad de 1 a 100%) para el año 2000 y 2012 y cantidad total de hectáreas pérdidas por departamento para el período 2001-2012 (representación por quiebres naturales, Jenks). Fuente: elaboración propia a partir de datos del proyecto Cambios del Bosque a Nivel Global 2013 (Hansen, et al. 2013).

Teniendo en cuenta la proporción de pérdida total para todo el periodo, es decir lo perdido dividido la suma de la cobertura del año 2000 más lo ganado, de cada departamento, San Justo, Río Seco, Unión, Pdte. Roque Sáenz Peña, Ischilín y Río Primero, son los seis que perdieron mayores proporciones, de 14 a 21% respectivamente. Los demás departamentos se encuentran por debajo del 14% hasta llegar a valores por debajo del 1% de cambio en el caso de Pocho, Minas y Punilla. Analizando los valores de cobertura de la canopia para el año 2012, se destacan con mayor cantidad de hectáreas, en orden creciente, Cruz del Eje, Río Seco, Calamuchita, Ischilín y Tulumba (Tabla 2). Comparativamente con lo analizado para el año 2000, el porcentaje de superficie del departamento que ocupan la canopia al año 2012 mantiene los mismos cinco primeros departamentos con mayor proporción pero en distinto orden, Sobremonte, San Javier, Punilla, Ischilín y Calamuchita, de menor a mayor (de 22 a 29%).

Finalmente, cuando se compara la cantidad de hectáreas per cápita para densidades de canopia de 1 a 100%, en el año 2000 con respecto al año 2012 (Fig. 4), se observa un cambio general hacia la disminución. El promedio provincial para el año 2000 era de 3,38 hectáreas per cápita, mientras que para el año 2012 disminuyó a 2,94 hectáreas per cápita. Esta tendencia se sostiene a nivel departamental excepto para Minas único que subió la cantidad de hectáreas per cápita. Los departamentos que más disminuyeron sus hectáreas per cápita son en orden creciente Ischilín, Río Seco, Sobremonte y Tulumba (con una disminución de 1,33, 2,25, 2,3 y 3,13 hectáreas per cápita respectivamente). De los 26 departamentos 17 no superan las 0,9 hectáreas per cápita, siete entre 2 a 9 y tres entre 13 y 16 hectáreas per cápita.

Para el caso de las unidades de análisis de las localidades (unidades en adelante) se muestran solamente los resultados parciales de las manchas urbanas para los anillos de 10 kilómetros de radio (Fig. 6). De manera global no se detectaron diferencias significativas entre la utilización de estas unidades y las generadas por los radios censales de las localidades. Se analizaron imágenes raster por una superficie total de 9.228.438 hectáreas, correspondientes a los 224 anillos de 10 kilómetros de las manchas urbanas. En promedio la cantidad de hectáreas abarcada por anillo es de 41.198 hectáreas. El porcentaje promedio de superficie del anillo que ocupa la cobertura de canopia en el año 2000 (en densidades de 1 a 100%) es de 12%, con extremos de 0,18% para Villa Valeria y 68,37% para la localidad de Santa Rosa de Calamuchita. De las 224 unidades, 149 tienen menos de 10% de superficie del anillo de 10 km cubierta, 18 entre 10 y 20 %, 35 entre 20 y 40 % y 22 entre 40 y 68%. Al realizar el mismo análisis de la cobertura de canopia para el año 2000 pero para densidades de 25,75 a 100%, 168 unidades tienen una superficie cubierta menor a 10%, 31 entre 10 y 20%, 21 de 20 y 40% y solo 4 entre 40 y 47%.

En cuanto a los cambios que sufrieron las 224 unidades, del año 2000 al 2012, se ganaron 6.108 hectáreas y se perdieron 48.310, es decir se perdió casi ocho veces lo que se ganó en ese periodo. En promedio se perdió 216 hectáreas por unidad, con extremos de 0,5 hectáreas en Del Campillo y 4.103,8 para Sebastián Elcano. En cuanto a la diferencia entre lo ganado menos lo perdido, de las 224 unidades 34 presentan una ganancia neta entre 1 a 137 hectáreas (784 hectáreas en total si las sumamos), 125 unidades tienen un saldo negativo (es decir que perdieron más de lo que ganaron) de 1 a 100 hectáreas y 65 unidades saldos negativos de 100 a 4.103 hectáreas.

Esto se traduce en que solo un 15% de las unidades analizadas incrementaron su cobertura de árboles en el periodo bajo estudio. Al analizar la proporción de pérdida total unas 73 unidades perdieron más del 10% de superficie de cobertura de la canopia que tenían en el año 2000. En numerosos casos dentro de estas 73 unidades se perdió más del 30%.

Finalmente, resulta interesante describir algunos indicadores de la unidad Capital de Córdoba (Fig. 7) que se destaca de las demás unidades por ser la de mayor cantidad de habitantes, 1.317.298 en área urbana (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2010), y por su mancha urbana que ocupa 35.782 hectáreas, la más grande de la provincia. Del anillo de 10 km analizado, en el año 2000 un 15% (20.005 hectáreas) de su superficie tenía cobertura de árboles en densidades de 1 a 100%, 8,8% (11.597 hectáreas) si se tiene en cuenta densidades de 25,75 a 100%. Ganó 179 hectáreas y perdió 1.161, en el periodo 2000-2012. Si bien la cantidad de hectáreas per cápita prácticamente no cambia en este periodo, de 0,016 a 0,014, la ciudad de Córdoba está posicionada entre las unidades con más bajo valor de este indicador de la provincia. Más grave es la situación de la unidad de Río Cuarto, ciudad con mayor cantidad de habitantes después de Córdoba Capital, cuya cantidad de hectáreas per cápita es de solo 0,007.

CONCLUSIONES

La base de datos utilizada permitió realizar estimaciones de la cobertura de árboles y sus cambios en el periodo bajo estudio en todas las escalas espaciales propuestas. En este sentido, ya que la base de datos elaborada para nuestra investigación no fue corroborada a campo, creemos necesario ampliar la información a nivel local, con metodologías complementarias a los mapas de caracterización basados en imágenes satelitales. Sin embargo, esta particularidad no quita que los datos expuestos sirvan para caracterizar rápidamente y de manera segura, cualquier región de la provincia de Córdoba. Durante la investigación se generó una gran cantidad de datos de los departamentos y de las 224 unidades menores (cada una con tres escalas de análisis perimetrales) que pueden ser utilizados con diversos objetivos. Esta información se puede sumar a la de otras investigaciones y/o proyectos existentes que, desde diversas metodologías, tienen objetivos similares. Creemos que uno de los aportes más significativos de la investigación es el análisis en menores escalas, como el nivel departamental, pero fundamentalmente a nivel local, relacionando así los datos con las urbes y sus habitantes. La metodología empleada permitirá ampliar la información e ir complementándola para lograr un monitoreo cada vez más preciso.

La utilización de la cobertura de la canopia como está definida en la base de datos utilizada (árboles mayores a 5 metros) permite evaluar el estado actual de bosques cuya madurez o estadio sucesional son importantes para brindar servicios ecosistémicos y que por tanto deben ser preservados de manera prioritaria. Como ya se detalló con anterioridad, no se diferencia por la naturaleza de la base de datos, la cobertura nativa de la exótica. Esto puede tener consecuencias en la interpretación de los datos. El más grave sería la sobreestimación de la cobertura de árboles

que derive en falsas apreciaciones de las actuales condiciones de las regiones o unidades bajo estudio. Un caso ilustrativo es la región de las Sierras Chicas (perteneciente al bosque chaqueño serrano), al oeste de la capital de Córdoba, donde las densidades de la canopia son altas y ocupan mucha superficie, y de las cuales está muy bien documentada la presencia de plantas exóticas (Giorgis et al. 2011; Giorgis y Tecco, 2014). También es el caso del departamento Calamuchita, donde la superficie con cobertura de árboles es alta pero posee grandes áreas con forestaciones exóticas para la producción maderera (Ravelo y Abril, 2007; Jobbagy et al. 2013). Tanto las especies exóticas para producción maderera como la invasión de especies ornamentales, tienen graves consecuencias sobre el ambiente a corto y largo plazo (Nebel y Porcile, 2006; Giorgis et al. 2011; Jobbagy et al. 2013). Por tanto se debe analizar cada caso particular teniendo en cuenta esta distinción y, a futuro, discriminar los tipos de cobertura para lograr una mejor interpretación. Otra aclaración metodológica importante es que los indicadores de cobertura de la canopia son resultado, en todas las escalas de análisis, de la sumatoria de píxeles raster individuales de las imágenes de origen. En muchos casos estos píxeles se encuentran ubicados de manera aislada o en grupos pequeños que no llegan a formar parches de importancia (menores a una hectárea). Por eso es necesario aclarar que los datos presentados muchas veces no representan una cobertura boscosa "real". Los datos utilizados hacen referencia a una presencia biofísica que representa la presencia de los árboles. Esto repercute en la interpretación de los datos ya que si discrimináramos los parches de cobertura de árboles, eliminando aquellos de tamaño pequeño, los indicadores de cobertura de la canopia, seguramente variarían disminuyendo su representación. Finalmente, es importante la distinción que se hace de los datos entre densidades de cobertura de la canopia de 1 a 100% y de 25,75 a 100%. Esto permite analizar cómo cambian los indicadores calculados teniendo en cuenta una agrupación con densidades mayores que supone una mejor calidad del tipo de cobertura. Se debe tener en cuenta que en ciertas regiones de la provincia (sobre todo en los departamentos del norte) la densidad de la canopia varía de forma natural sin que esto signifique degradación antrópica sobre la cobertura de árboles.

Al analizar los datos de toda la provincia, y con la complementación de otras investigaciones y/o reportes (Gavier y Bucher, 2004; Montenegro et al. 2004; Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal, 2007; Díaz, 2008; Ensabella, 2008; Barchuk et al. 2010; Cabido y Zak, 2010; Defensor del Pueblo de la Nación, 2011; Red Agroforestal Chaco Argentina, 2012; Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal, 2012), se puede afirmar que la situación actual de la cobertura de árboles es crítica. Si bien la cantidad de hectáreas por año deforestadas disminuye hacia el 2012 (Fig. 3), las pérdidas globales de la provincia son drásticas, además nunca demostró una tendencia a la estabilización o un saldo positivo por hectáreas ganadas sobre pérdidas. Las tasas de deforestación de la provincia siempre se mantuvieron entre las más altas del país en las últimas décadas (Cabido y Zak, 2010).

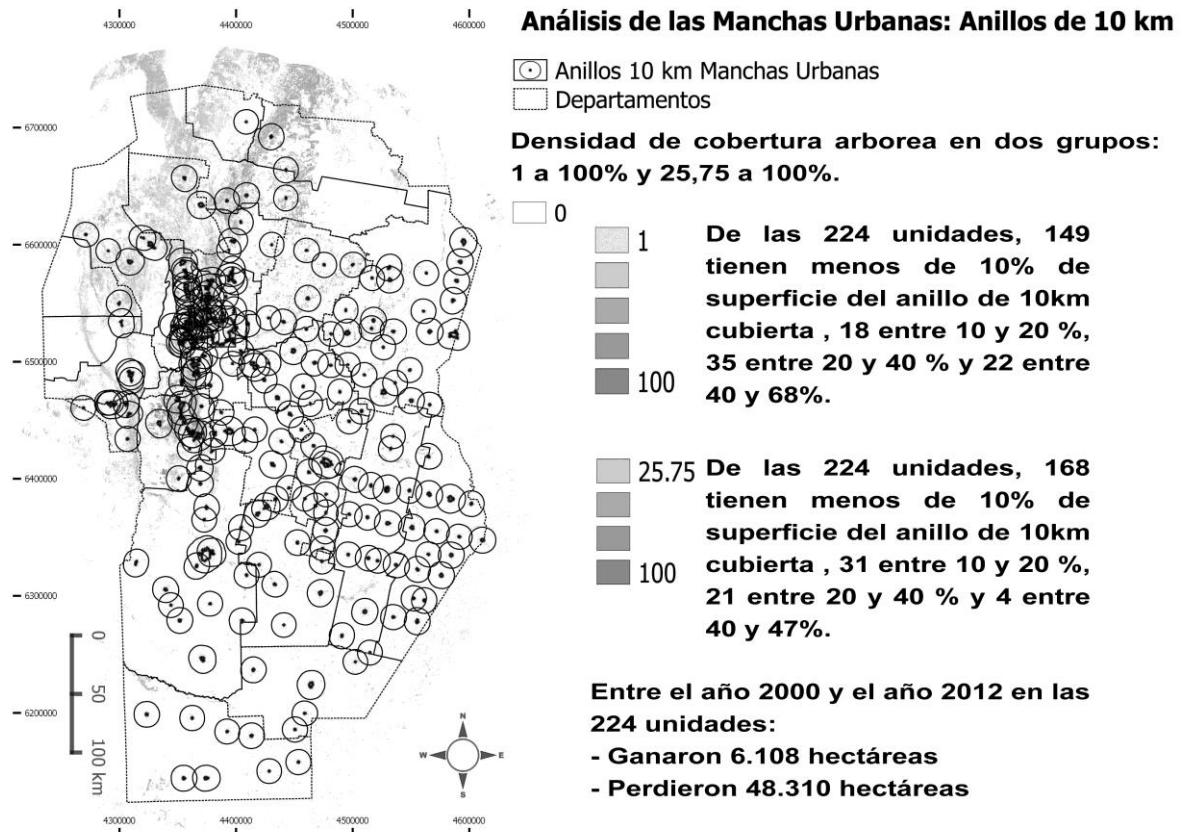


Fig. 6. Resumen de los análisis de cobertura arborea de las 224 unidades creadas a partir de las manchas urbanas según dos grupos de densidad de la canopia. Fuente: elaboración propia a partir de datos del proyecto Cambios del Bosque a Nivel Global 2013 (Hansen et al. 2013).

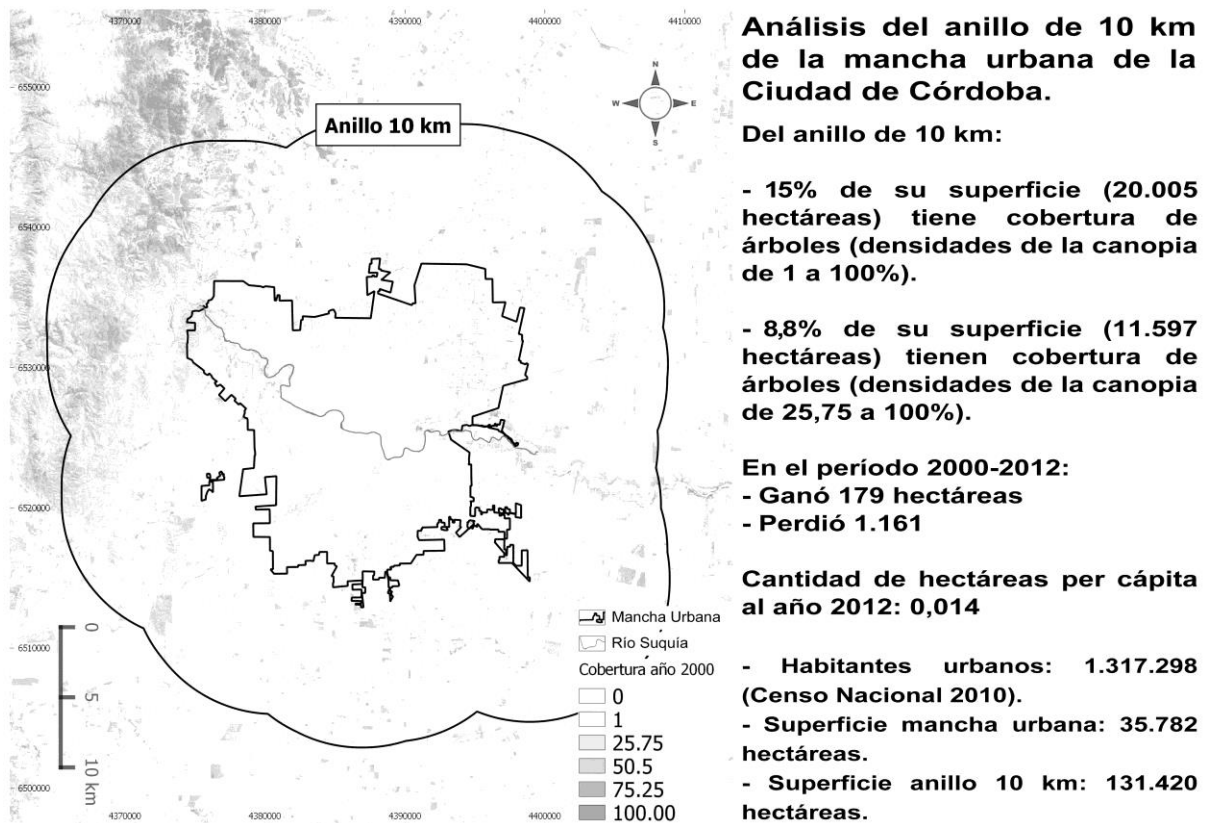


Fig. 7. Análisis del porcentaje de superficie ocupada, pérdida, ganada y cantidad de hectáreas per cápita, de cobertura arborea dentro del anillo de 10 km generado a partir de la mancha urbana de la Ciudad de Córdoba. Fuente: elaboración propia a partir de datos del proyecto Cambios del Bosque a Nivel Global 2013 (Hansen et al. 2013) y del censo nacional del año 2010 (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2010).

El porcentaje de superficie provincial cubierta por bosque, por debajo del 10 al 5%, es una grave situación socio-ambiental (Díaz, 2008; Comisión de Ordenamiento Territorial del Bosque Nativo, 2010). Esta problemática nos pone en una condición de vulnerabilidad extrema frente a las nuevas condiciones ambientales globales y regionales (Díaz, 2008). Además evidencia la falta de políticas que apunten a una concepción de derechos humanos y ambientales, por el contrario prevalecen las políticas que favorecen a pequeñas proporciones de la población en un sentido netamente económico (Silvetti et al. 2013). Este fenómeno de pérdida es reflejo y consecuencia de paradigmas de desarrollo insustentables e insostenibles (Ensabella, 2008; Defensor del Pueblo de la Nación, 2011; Silvetti et al. 2013).

Como se manifiesta en el Informe sobre Deforestación en Argentina 2004: “La deforestación es un proceso que ocurre por pulsos asociados a momentos favorables para la expansión agrícola, ya sea por los precios de los productos agrícolas, cambios tecnológicos o contexto socio-político.” (Montenegro et al. 2004). Por tanto es importante analizar la variación de pérdida de cobertura año a año (Fig. 3) bajo esta mirada. En este sentido podemos deducir que el crecimiento acelerado de la deforestación desde el año 2002 hasta un pico máximo en todo el periodo en el año 2004, responde a la expansión sostenida de las fronteras agropecuarias, favorecida a partir de la reactivación económica del país luego de la crisis del 2001. Según datos del Ministerio de Agricultura de la Nación, a partir de este año se registra un crecimiento sostenido de la superficie sembrada en la provincia de Córdoba, donde la soja transgénica se destaca por encima de cualquier otro cultivo (se multiplicó más de cuatro veces, pasó de 1.250.000 hectáreas en 1990 a 5.349.312 en 2010 (Ministerio de la Agricultura, Ganadería y Pesca, Argentina, 2015)). En cuanto al pico de deforestación del año 2007, quizás se deba a la incertidumbre generada alrededor del debate previo a la sanción de la ley Nacional N° 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, sancionada el 28 de noviembre de 2007. Este fenómeno también se vio en otras provincias (Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal, 2012). Es importante destacar que en dicha ley el artículo 8° establecía que: “Durante el transcurso del tiempo entre la sanción de la presente ley y la realización del Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos, no se podrán autorizar desmontes”. Sin embargo en el periodo 2007-2010, desde la sanción de la ley nacional hasta la aprobación de la ley provincial (Ley de Bosques de la Provincia de Córdoba 9.814), se perdieron aproximadamente 56.150 hectáreas. Si bien estas pérdidas pueden ser por múltiples causas, esta cantidad de hectáreas perdidas reflejan seguramente transgresiones de las prohibiciones establecidas (Red Agroforestal Chaco Argentina, 2008; Red Agroforestal Chaco Argentino, 2009; Barchuk et al. 2010).

La cantidad de hectáreas per cápita es un indicador útil para evaluar de manera directa la cantidad de cobertura disponible por habitante. En Argentina, al igual que en la provincia de Córdoba, la población aumentó en las últimas décadas mientras la superficie boscosa disminuyó. Argentina disponía en la década del 40 de más de 2 hectáreas de bosque nativo por persona, en la actualidad

este valor es inferior a 1 hectárea (Montenegro et al. 2004). Para el caso de la provincia de Córdoba, el promedio provincial para el año 2000 era de 3,38 hectáreas per cápita, mientras que para el año 2012 disminuyó a 2,94 hectáreas per cápita. Se debe tener en cuenta que este indicador quizás esté sobreestimado debido a la presencia de bosque exótico. Si bien esta estimación se encuentra por arriba de la media nacional, cuando se analizan los datos a menores escalas la situación se vuelve crítica en departamentos o localidades de alta concentración poblacional y/o baja cobertura de árboles (ver más adelante).

De los resultados de la cobertura de la canopia, en densidades de 1 a 100% por departamento en el año 2000, se destaca que no hay unidad que supere el 34% de su territorio cubierto y que la mitad, 13 departamentos, se encuentran por debajo de un 10% de su territorio cubierto. Estos 13 departamentos de menor cobertura conforman un bloque al sureste de la provincia que se contraponen a los restantes que conforman un bloque al noroeste, excepto por el departamento Pocho. Analizando este bloque sureste, 11 departamentos tienen coberturas boscosas que ocupan menos del 5% de su territorio. La agrupación en conglomerados de departamentos contrapuestos, con menores y mayores porcentajes de superficie ocupada por bosque, responde directamente al uso del suelo que históricamente tuvo cada zona. No es casual que los 11 departamentos con menor porcentaje cubierto son los que históricamente, y en la actualidad, tienen mayor superficie sembrada con distintos cultivos, pero mayormente con soja transgénica (Ministerio de la Agricultura, Ganadería y Pesca, Argentina, 2015). Una consecuencia de este fenómeno de “sojización” de la provincia es que los departamentos que más hectáreas perdieron en el periodo 2000-2012 son los del norte de la provincia (Cruz del Eje, Sobremonte, Río Primero, Río Seco, Tulumba e Ischilín) los cuales reciben la presión del desplazamiento de actividades que antes ocupaban zonas del sur como la actividad ganadera o el corrimiento de la frontera agrícola (Britos y Barchuk, 2008; Ensabella, 2008; Cabido y Zak, 2010). Una excepción dentro del grupo de departamentos que más hectáreas perdieron es Calamuchita, el cual probablemente cambió su cobertura por su actividad maderera o por el padecimiento de incendios de gran envergadura (Ravelo y Abril, 2007; Estadística de Incendios Forestales, 2011).

Al analizar la proporción de pérdida total podemos tener una noción de cuáles departamentos sufrieron una transformación mayor en el periodo bajo estudio. Este indicador refleja cuáles regiones perdieron mayor proporción de bosque con respecto a lo que tenían al comienzo del periodo, más lo que ganaron en dicho periodo. Por ejemplo, si bien el departamento Presidente Roque Sáenz Peña perdió 985 hectáreas, pocas en comparación con Tulumba que perdió 30.793, proporcionalmente impactó más en el primer departamento ya que tenía inicialmente mucho menos cobertura de árboles (0,7% contra 23% de la superficie ocupada por árboles en el año 2000). Los resultados generales de este indicador son buenos para determinar alertas en zonas más vulnerables, por su escasa cobertura original o de gran pérdida de la misma en poco tiempo. A diferencia de la pérdida de bosque medida en hectáreas, no se visualiza un patrón

común en los departamentos de mayor proporción de pérdidas, debiéndose analizar cada caso en particular.

La cantidad de hectáreas per cápita tiende a disminuir del año 2000 al 2012 en todos los departamentos con excepción de Minas, cuyo valor aumentó. Esto se debe a que la población de dicho departamento decreció en el periodo analizado de 4.881 personas en el año 2001 a 4.727 en el 2010 (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2001; Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2010); además su cobertura disminuyó muy poco en comparación con otros departamentos (0,3% de disminución del año 2000 al 2012). La mayoría de los departamentos que más sobresalen por sus cantidades de hectáreas per cápita son los que tienen valores altos de cobertura de árboles y además poca población (es el caso de Río Seco, Minas, Sobremonte y Tulumba); estos departamentos tienen como característica un bosque menos denso en canopia pero que ocupa mayor superficie. Al analizar los datos de las hectáreas per cápita, es importante resaltar la grave situación de muchos departamentos que poseen gran cantidad de habitantes y a la vez muy bajas coberturas de bosque. Así, en el caso extremo del departamento Capital, que concentra aproximadamente la mitad de la población de la provincia, se observan solo 0,002 hectáreas per cápita. Particularmente grave también es la situación de los tres departamentos que siguen al de Capital en población (en orden creciente San Justo, Colón y Río Cuarto), que no superan las 0,2 hectáreas per cápita. Este indicador nos puede servir para evaluar cuáles son los departamentos o localidades que más rápidamente deben ser ordenados urbano-territorialmente para recuperar sus coberturas boscosas y/o mitigar la pérdida de lo que les queda.

La cantidad de hectáreas ganadas en todo el periodo, tanto para la provincia como para los departamentos, representa un pequeño cambio en la cobertura de árboles al año 2012. En la provincia, en conjunto representa solo un 0,5% de cambio con respecto a lo que tenía originalmente en el año 2000, cuando lo perdido para dicho periodo es del 10% de lo que tenía originalmente. Este déficit negativo, dramático, no puede sostenerse en el tiempo ya que la provincia pasó hace tiempo límites de cobertura que tornan cada vez más vulnerable la situación socio-ambiental cordobesa (Díaz, 2008; Barchuk et al. 2010; Cabido y Zak, 2010). Por otro lado el departamento donde se ganaron más hectáreas, Calamuchita, posee grandes superficies cultivadas para la producción maderera por lo que este cambio de la cobertura seguramente no representa un crecimiento real del bosque nativo.

Cuando se analizaron las 224 unidades, correspondientes a los anillos de radios de 10 km a partir de las manchas urbanas, se obtuvo gran cantidad de información que permite evaluar las condiciones de la cobertura de árboles y su evolución, sin las dificultades de tomar límites geográficos-políticos que muchas veces no representan claramente la situación socio-ambiental de una región. Así por ejemplo cuando analizamos el departamento Capital, donde la mancha urbana correspondiente a la ciudad de Córdoba ocupa casi la totalidad del mismo, obtenemos datos muy distintos al del radio de 10 km a partir de la mancha urbana de la misma ciudad. Destacamos entonces la utilidad de tomar radios de análisis a partir de las manchas

urbanas ya que muestran de manera más efectiva la ocupación y uso del suelo en comparación con su cobertura de árboles circundante.

Si bien se muestran resultados parciales de los anillos de 10 km, durante la investigación se generaron datos de las otras escalas, 5 y 2 km. Además se evaluó la cobertura y sus cambios dentro de cada mancha urbana. Esta base de datos queda disponible para futuros análisis e interpretaciones.

De las unidades analizadas se pueden diferenciar agrupaciones o conglomerados de localidades que siguen los mismos patrones del departamento al cual pertenecen. Así las localidades del sureste de la provincia tienen coberturas arbóreas que ocupan bajas superficies del anillo de 10 km. La mayoría de las unidades que se encuentran sobre y/o cerca de cadenas montañosas (centro-oeste) tienen coberturas mayores, y de mayor densidad también. Finalmente, las unidades ubicadas al norte de la provincia tienen mucha superficie cubierta (de densidades bajas) y además mucha pérdida en el periodo bajo estudio. Si bien no se pueden generalizar los patrones departamentales para todas las unidades locales, es lógico, por sumatoria, que la escala mayor sea un reflejo de lo que pasa a nivel local y viceversa.

Es importante destacar que de las 224 unidades analizadas el 67% (149) no tiene coberturas mayores al 10% de la superficie del anillo de 10 km. Dentro de este grupo 134 unidades no superan el 5% de cobertura, y 70 de estas están por debajo del 1%. A estos datos se suma que una baja proporción de las unidades (15%) tuvo un saldo positivo, entre lo ganado y lo perdido en el periodo 2000-2012, y que aún en estos casos la cantidad de hectáreas ganadas es baja, por lo que los cambios de la cobertura de árboles no demuestran una tendencia general hacia la recuperación en las localidades (como en la provincia). De manera global los datos expuestos muestran una disminución de la cobertura, dentro del periodo, sobre una cobertura original que de por sí ya era baja para las unidades estudiadas. Esta información evidencia la necesidad de actuar donde las condiciones urbanas presionan sobre las coberturas remanentes o donde no las hay desde hace muchos años.

Los datos de las unidades generadas a partir de las manchas urbanas pueden ser complementados con información que permita elaborar mapas de riesgo para aquellas zonas que necesitan contención inmediata por su vulnerabilidad frente a fenómenos ambientales como antrópicos. Para el caso de esta cobertura en torno a las localidades analizadas, es esencial plantear ordenamientos territoriales y planificaciones urbanas compatibles con el desarrollo sostenible (Herzer, 2011).

La información generada durante la investigación permitió realizar un diagnóstico de las condiciones de la cubierta de árboles desde el año 2000 al 2012, lo cual ayuda a realizar proyecciones a corto y largo plazo. Es fundamental actualizar la base de datos pero creemos que con lo demostrado se debe accionar de manera inmediata en regiones que presentan situaciones críticas por falta de bosque, por pérdida acelerada del mismo, por características de urbanización, entre otros factores. A futuro se pretende realizar una clasificación más precisa de la base de datos, tipos de cobertura nativa y exótica, realizar

análisis de parches y fragmentación. También relacionar datos de las unidades con indicadores de salud. Así mismo publicar los datos mostrados en este artículo y los generados para otras escalas, en medios electrónicos para que accedan de manera rápida y eficiente organismos gubernamentales, no gubernamentales, instituciones y público en general, dejando disponible la información para su uso de manera democrática.

Nos enfrentamos a nuevos escenarios en distintas escalas y de diversa magnitud, cambio climático global, cambio y profundización de modelos socio-económicos, crecimiento demográfico y urbano, por nombrar algunos, todos relacionados entre sí y de consecuencias difíciles de prever con respecto a la preservación del ambiente (Díaz, 2008; Herzer, 2011). Debemos implementar acciones mitigadoras a nivel local y/o provincial. Evaluar las leyes y reglamentaciones existentes que ayuden a la recuperación y preservación del bosque nativo, efectivizar aquellas que no se aplican, modificar las que son cuestionadas o ineficientes y generar nuevas. Trabajar con las comunidades a nivel local para lograr concientización y cambios que se sostengan en el tiempo y plantear modelos socio-económicos de desarrollo compatibles con la realidad de cada región, según las necesidades de sus habitantes.

Creemos necesario no solo generar información diagnóstica sino también actuar para lograr un cambio, ser parte de la investigación-acción.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al MSc. Ing. Ftal. F. C. Speranza., la Dra. C. Estrabou, la Dra. M. F. S. Álvarez y la Lic. María Fernanda Libro por sus aportes y revisiones, metodológicas y teóricas del artículo.

REFERENCIAS

- [1] Álvarez M. F. S. (2008). "El proceso de agriculturización en la provincia de Córdoba (1980-2005). Evolución de la dinámica demográfica en el periodo." Trabajo de Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Córdoba.
- [2] BAOTCba. (2010). Bases Ambientales para el Ordenamiento Territorial del Espacio Rural de la Provincia de Córdoba (BAOTCba). [En línea] Disponible en: <http://www.ordenamientoterritorialcba.com/web3/> [Último acceso: 2014-2015].
- [3] Barchuk, A H; Barri, F; Britos, A H; Cabido, M; Fernández, J y Tamburini, D. (2010). "Diagnóstico y Perspectivas de los Bosques en Córdoba". *Revista HOY la Universidad* (4): 52-73. PCI - Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba.
- [4] Britos, A y Barchuk, A. (2008). "Cambios en la cobertura y en el uso de la tierra en dos sitios del Chaco Árido del noroeste de Córdoba, Argentina." *Agriscientia, Volumen XXV*.
- [5] Cabido, M y Zak, M. (2010). "Deforestación, agricultura y biodiversidad: Apuntes Sobre el Panorama Global y la Realidad de Córdoba." *Revista HOY la Universidad - UNCiencia*. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba.
- [6] Comisión de Ordenamiento Territorial del Bosque Nativo (2010). "Ley de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos de la Provincia de Córdoba, Fundamentos., Córdoba: Comisión de Ordenamiento Territorial del Bosque Nativo." [En línea] Disponible en: <http://www.leydebosquescordoba.com.ar/home/comunicados-antecedentes/el-proyecto-de-ley-de-bosque-ya-tiene-estado-parlamentario> [Último acceso: 2015].
- [7] Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional. (1999). *Sistemas Geodésicos*, s.l.: s.n.
- [8] Defensor del Pueblo de la Nación. (2011). "Informe Especial sobre la Situación de la Ley Provincial de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos de la Provincia de Córdoba (Ley 9.814)". Defensor del Pueblo de la Nación.
- [9] Díaz, S. (2008). "Apuntes para una propuesta de adaptación y mitigación del cambio climático global en la ciudad de Córdoba en el siglo XXI". Córdoba: Foro Ambiental Córdoba.
- [10] Ensabella, B. (2008). "El deterioro de los ecosistemas del norte cordobés y los límites de las economías campesinas." *Mundo Agrario*. Centro de Estudios Histórico Rurales, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata. ISSN 1515-5994
- [11] Estadística de Incendios Forestales. (2011). "Estadística de Incendios Forestales." Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Programa Nacional de Estadística Forestal.
- [12] Gavier, G I y Bucher, E H. (2004). "Deforestación de las Sierras Chicas de Córdoba (Argentina) en el Período 1970-1997." *Miscelánea N° 101*. Academia Nacional de Ciencias. ISSN 0325-3406.
- [13] Giorgis, M A; Cingolani, A M; Chiarini, F; Chiapella, J; Barboza G; et al. (2011). "Composición florística del Bosque Chaqueño Serrano de la provincia de Córdoba, Argentina." *Kurtziana*, pp. Tomo 36 (1): 9-43.
- [14] Giorgis, M A y Tecco, P A. (2014). "Árboles y arbustos invasores de la Provincia de Córdoba (Argentina): una contribución a la sistematización de bases de datos globales." *Boletín Sociedad Argentina de Botánica*. 49(4), pp. 581-603.
- [15] Hansen, M C; Potapov, P V; Moore, R; Hancher, M; Turubanova, S A; et al. (2013). "High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change." *Science*, p. 850-53.
- [16] Hansen, M C; Potapov, P V; Moore, R; Hancher, M; Turubanova, S A; et al. (2013). "Supplementary Materials for High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change." *Science*, p. 850.
- [17] Herzer, H M. (2011). "Construcción del riesgo, desastre y gestión ambiental urbana: Perspectivas en debate." *Revista Virtual REDESMA*, Volumen Vol. 5(2).
- [18] Instituto Nacional de Estadística y Censo (2001). "Censo Nacional de Población 2001 - Datos Definitivos." [En línea] Disponible en: http://www.indec.gov.ar/micro_sitios/webcenso/ [Último acceso: 2014].
- [19] Instituto Nacional de Estadística y Censo (2010). "Censo Nacional de Población 2010 - Datos Definitivos." [En línea] Disponible en: <http://www.censo2010.indec.gov.ar/> [Último acceso: 2014].
- [20] Jobbagy, E G; Acosta, A M y Noretto, M. (2013). "Rendimiento hídrico en cuencas primarias bajo pastizales y plantaciones de pino de las sierras de Córdoba (Argentina)." *Ecología Austral*, 23:87-96.
- [21] Ministerio de la Agricultura, Ganadería y Pesca, Argentina (2015). Sistema Integrado de Información Agropecuaria, Programa de Servicios Agrícolas Provinciales. [En línea] Disponible en: <http://www.siaa.gov.ar> [Último acceso: 13 Marzo 2015].
- [22] Montenegro, C; Gasparri, I; Manghi, E; Stradal, M; Bono, J y Parmuch, M G (2004). "Informe Sobre Deforestación en Argentina", Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Dirección de Bosques, Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal.
- [23] Nebel, J P y Porcile, J F. (2006). "La contaminación del bosque nativo por especies arbóreas y arbustivas exóticas." Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca de Uruguay.
- [24] Paruelo, J M; Guerschman, J P y Verón, S R. (2005). "Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo." *Ciencia HOY*, Volumen 15(N° 87).
- [25] Pengue, W. (2004). "La ingeniería genética y la intensificación de la agricultura argentina: algunos comentarios críticos." ONU y CEPAL. *Los transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate abierto*. Santiago de Chile, s.n., pp. 167-190.

- [26] Ravelo, A C y Abril, E G. (2007). "Identificación de zonas forestales para pinos en Calamuchita, Córdoba, Argentina." Córdoba, Universidad Nacional de Luján.
- [27] Red Agroforestal Chaco Argentina (2008). "Proceso de Ordenamiento Territorial en la Provincia de Córdoba", *REDAF*.
- [28] Red Agroforestal Chaco Argentina (2012). "Monitoreo de Deforestación en los Bosques Nativos de la Región Chaqueña Argentina", *REDAF*.
- [29] Red Agroforestal Chaco Argentino (2009). "Ley de Bosques: Panorama en la Región Chaqueña Argentina", *REDAF*.
- [30] Silveti, F; Soto, G; Cáceres, D M y Cabrol, D. (2013). "¿Por qué la legislación no protege los bosques nativos de Argentina? Conflictos socioambientales y políticas públicas.", *Mundo Agrario*, 13(26).
- [31] Subdirección de Cartografía y SIG (2014). GeoPortal. [En línea] Disponible en: <http://estadistica.cba.gov.ar/Territorio/GeoPortal/tabid/564/language/es-AR/Default.aspx> [Último acceso: 2014-2015].
- [32] Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (2007). "Monitoreo de Bosque Nativo, Período 1998 – 2002, Período 2002 – 2006 (Datos Preliminares).".
- [33] Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (2012). "Monitoreo de la Superficie de Bosque Nativo de la República Argentina, Período 2006-2011."