

Cambios en la cobertura y en el uso de la tierra en dos sitios del Chaco Árido del noroeste de Córdoba, Argentina

Britos, A.H. y A.H. Barchuk

RESUMEN

Se exploran los cambios ocurridos en el uso de la tierra para los años 1987 y 2002 en dos sitios del Chaco Árido en el norte de Córdoba, Argentina. Se asume que los cambios ocurridos desde una matriz de bosque nativo están directamente relacionados con estados de la dinámica sucesional de la vegetación, y se discuten las actividades productivas que los impulsaron. Se estudian dos sitios contrastantes: uno en la zona rural de Quilino y otro cercano al borde de Salinas Grandes. Se identifican seis unidades de cobertura para ambos sitios, con características particulares para cada uno. Se valoran los cambios de cobertura más importantes, especialmente la desaparición del bosque con el correlativo aumento de matorrales y desmontes. Se analizan las tendencias de los cambios a nivel espacial. Finalmente, la información generada de la dinámica de la cobertura es interpretada a la luz de los cambios socioeconómicos regionales ocurridos en los últimos 15 años, datos sobre autorizaciones de desmontes y la estructura agraria local para el año 2002. Se discute acerca de las influencias exógenas en los cambios de uso de la tierra, y se observan estrategias diferentes para ambos sitios en cuanto a la capacidad de adaptación a fuerzas de cambio.

Palabras clave: Cambios de uso de la tierra, análisis de tendencias espaciales, vegetación nativa, territorio árido, fuerzas exógenas

Britos, A.H. and A.H. Barchuk. 2008, Land use and land cover changes in two Arid Chaco sites, northwest of Córdoba Province, Argentina. Agriscientia XXV (2): 97-110

SUMMARY

This paper tracks changes taken place in land cover and land use between 1987 & 2002 in the Arid Chaco Region from Argentina. Changes are assumed to happen on a native forest template and are linked to several successional stages. Also relationships among changes and type of land use or production are discussed. Two contrast situations are compared: one site is located near Quilino, and the other is near the Salinas Grandes. Six types of land cover are identified

in both sites, each one with special characteristics. The most important land cover changes are assessed, in particular the reduction of native forest, the increasing of shrublands and deforested land. Spatial trends of these changes are also analysed. Finally, the dynamic of the land cover changes is discussed and compared with socioeconomic regional changes over the past 15 years and the 2002 local agrarian structure data. Also local resilience capability to external influences are discussed comparing both sites and final recommendations about land use policies and environmental changes are made.

Keywords: Land use change, spatial trend analysis, dry forest, arid territory, exogenous drive

A. H. Britos y A. H. Barchuk. *Cátedra de Ecología Agrícola, Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNC, CC 509, 5000 Córdoba, Argentina. Correspondencia: villaquilino@yahoo.com.ar*

INTRODUCCIÓN

Los cambios en la cobertura y el uso de la tierra son los resultados más visibles de las modificaciones del hombre sobre los ecosistemas terrestres (Weng & Wei, 2003). El uso de la tierra está influenciado por factores económicos, culturales, políticos, históricos y de tenencia, a múltiples escalas. La cobertura de la tierra, por otra parte, es uno de los principales atributos biofísicos que afectan el funcionamiento ecosistémico (Brown *et al.*, 2000). Los cambios históricos en la cobertura y en el uso de la tierra, en conjunto, ayudan a explicar el alcance espacial y el grado de profundidad de los cambios ambientales relacionados con las actividades humanas (Zhang *et al.*, 2004; Xiao & Qilao, 2007). Los problemas ambientales, económicos y sociales presentes en un territorio pueden ser interpretados integralmente en el contexto del pasado y usados para informar futuras proyecciones de cambio y necesidades de desarrollo dentro de una región (Cousins *et al.*, 2007).

Los modelos de cambio de paisaje han cobrado importancia y aplicación en los estudios regionales. Así Seabrook *et al.* (2006) proponen tres niveles o escalas de análisis: global, regional y local. En estos niveles se agrupan factores biofísicos (suelo, topografía, clima) y factores humanos. Para los factores humanos se proponen cinco variables relacionadas entre sí en todas las escalas: 1- demografía, 2- aspectos económicos, 3- aspectos científicos y tecnológicos, 4- valores culturales y 5- políticas.

En numerosos países existen necesidades

urgentes de evaluar las políticas socioeconómicas mediante el estudio del cambio en el uso de la tierra para dar respuesta a problemas de demografía, accesos a los recursos, migraciones y políticas de conservación (Long *et al.*, 2007; Otto *et al.*, 2007). En América Latina, y en especial en Argentina, los estudios realizados tienen fuerte carácter descriptivo y prospectivo (Viglizzo *et al.*, 2003; Zak *et al.*, 2004; Cabido *et al.*, 2005; Morello *et al.*, 2005; Paruelo *et al.*, 2006).

Las políticas neoliberales implementadas en Argentina en la década del '90, han producido cambios en la política social y productiva del sector agropecuario. Estas transformaciones y sus consecuencias ambientales son hasta ahora conocidas fragmentariamente. El proceso de expansión de la frontera agropecuaria determinó un impacto social negativo en la producción familiar en el norte de la provincia de Córdoba durante el período 1989-2005. Evidencias de este proceso son una disminución de los pequeños predios campesinos dedicados a la ganadería extensiva con uso libre del monte y el incremento de los establecimientos agropecuarios mayores a 2.500 has (Cabido *et al.*, 2005; Hocsmán y Preda, 2005).

La deforestación ha sido uno de los principales promotores de los cambios de uso de la tierra, y en particular el departamento Ischilín ha tenido tasas récord en deforestación, donde en el período 1988-2002 fueron deforestados 30.059 ha de las 122.798 ha correspondientes al bosque chaqueño de este departamento cordobés (Bono *et al.*, 2002; Stamati *et al.*, 2004).

La vegetación original de la llanura occidental del NO de Córdoba se componía de bosques de *Aspidosperma quebracho-blanco* (Sayago, 1969; Cabido *et al.*, 1992), los cuales en su mayor parte han sido modificados por las actividades humanas durante finales del pasado siglo (Cabido & Zak, 1999; Cabido *et al.*, 2004). Para la región se ha descrito la dinámica de regresión de la vegetación (Cabido *et al.*, 1992). Dichos estados pueden ser identificados a escala de paisaje (Barchuk *et al.*, 2007), donde emulan los cambios de degradación a nivel de comunidad.

Se postula que la cobertura / uso de la tierra están influenciados no solamente por el entorno biofísico, sino de manera creciente por los factores exógenos, en particular socio-económicos. Así, se describen los cambios ocurridos en la década del '90 en estos aspectos y su repercusión en las zonas áridas del noroeste de la provincia de Córdoba, ambientes marginales al proceso de agriculturización.

Este estudio localiza y analiza los principales cambios de cobertura sucedido en un lapso de 15 años (1987-2002) en dos sitios ubicados en la Llanura Occidental correspondiente a la región del Chaco Árido de la provincia de Córdoba. A partir del análisis detallado de la matriz de cambio se conoce sobre las variaciones globales entre las categorías de cobertura, se determinan la pérdida, ganancia, persistencia y las tendencias de cambio y se relacionan con cambios en el uso de la tierra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La evaluación de los cambios en la cobertura de la tierra se realizó en dos sectores ubicados en la Llanura Occidental, comprendidos entre las Salinas Grandes y Sierras del Norte (Capitanelli, 1979a). Ambos sitios, con una superficie aproximada de 17.000 ha, comprenden la zona rural adyacente a la localidad de Quilino y los territorios colindantes al paraje Las Toscas (pedanía Quilino, departamento Ischilín, provincia de Córdoba) (Fig. 1).

El paisaje de la región se caracteriza por llanuras extendidas con pendiente general hacia las Salinas Grandes (450 a 200 msnm) y por la ausencia de cursos de agua permanentes. Los materiales son sedimentos gruesos en la zona de piedemonte y bajadas, y más finos hacia las playas, donde predominan los de origen fluvioeólico. Sobre esta gran cuenca se desarrollan de manera predominante suelos aridisoles de carácter salino-alcalino (Jarsún *et al.*, 1989).

Desde el punto de vista climático el área de estudio pertenece al dominio semi-desértico, de las planicies del noroeste, con excesivo déficit de agua (- 650 mm) y sin invierno térmico (tipo Quilino) (Capitanelli, 1979 b). Los registros pluviométricos de los últimos años correspondientes a la zona de Las Toscas (San Antonio, departamento Ischilín) reportan precipitaciones de 586 mm (± 171), y para Quilino, de 614 mm (± 99.5); ambos representan valores promedios superiores a la media histórica de la región (500 mm).

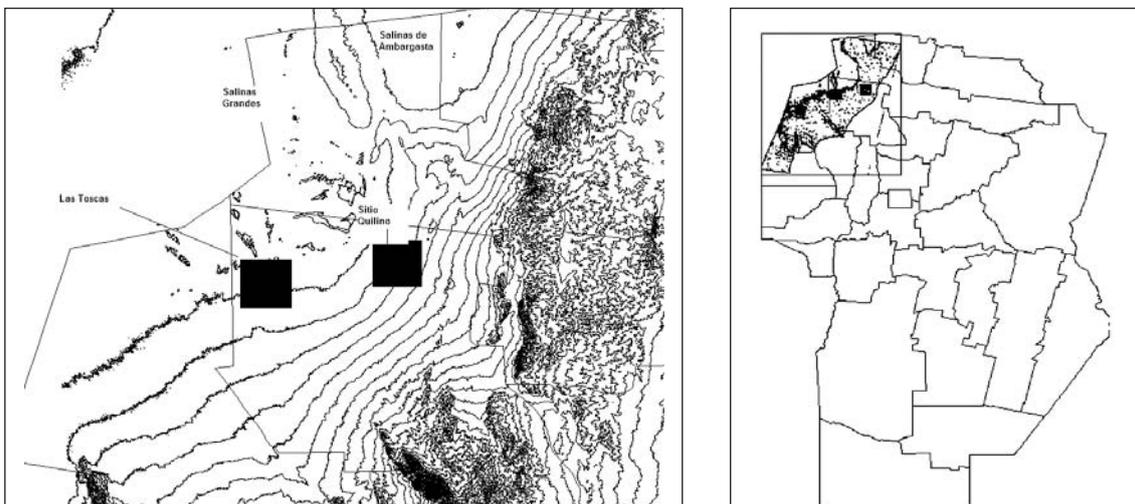


Figura 1. Ubicación de los sitios de estudio, Las Toscas y Quilino, de 17.000 has cada uno (cuadros negros) en la Llanura Occidental (200 – 450 msnm), departamento Ischilín, provincia de Córdoba, Argentina. Detalle de Las Salinas Grandes y de Ambargasta y sierras del Norte (parte izquierda), mapa político de Córdoba y ubicación de la Llanura Occidental (parte derecha).

La vegetación original o clímax es el bosque abierto de *A. quebracho-blanco*. El estrato arbóreo alcanza entre 6 y 8 m de altura, con individuos emergentes de quebracho blanco de hasta 10 m, árbol dominante acompañado de *Prosopis flexuosa* (algarrobo negro), *Ziziphus mistol* (mistol), *P. torquata* (tintitaco) y con alta frecuencia de *Stetsonia coryne* (cardón). El estrato arbustivo varía entre 3 y 4 m de altura, y su cobertura, entre 40 y 70%. Las especies dominantes de este estrato son *Mimozyanthus carinatus* (lata), *Larrea divaricata* (jarilla), *Acacia furcatispina* (garabato) y *Cercidium australe* (brea) (Cabido & Zak, 1999). Este bosque ha sufrido profundas modificaciones en su fisonomía y composición desde el establecimiento de la red ferroviaria en el norte y oeste del país, que intensificó las actividades de tala a principios del siglo XX (Sayago, 1969), y nuevamente hacia finales del mismo siglo para la producción de leña y carbón.

La localidad de Quilino es la cabecera de la pedanía Quilino (departamento Ischilín). Está ubicada sobre la Ruta Nacional N° 60, distante a unos 30 km del borde oriental de las Salinas Grandes. El ingreso bruto de la región depende casi exclusivamente de la actividad agropecuaria (ganadera y forestal). La pedanía tiene una población de unos 5.148 habitantes, de los cuales 8,2 % ocupan el área rural. En el año 2000 la zona tenía una población económicamente activa de 2.797 habitantes, de los que el 50% eran desempleados (Censo Municipal Quilino, 2000, datos no publicados).

Datos y metodología

Calibración previa de las imágenes

Se utilizó una imagen Landsat 5 TM, fecha 5 de junio de 1988, y otra Landsat 7 ETM, fecha 7 de junio de 2002, ambas de Path 230 y Row 081. Previamente al análisis se procedió a la calibración de las imágenes.

La calibración radiométrica (EOSAT, 1986; Lillestrand *et al.*, 1994; Chandler, 2003) se realizó mediante el módulo de corrección RADIANCE del Idrisi Los Andes (Eastman, 2006). Éste consiste en la conversión de los números digitales en valores de radiancia, considerando coeficientes de calibración disponibles para el satélite y la época utilizadas.

La información acerca de los parámetros de calibración de los sensores (L_{min} y L_{max}) generalmente es ofrecida con los datos o se encuentra disponible, en este caso viene incluida en el programa. La ecuación que relaciona los números digitales (D_n) en los datos de sensores remotos con la radiancia es:

$$L = ((L_{max} - L_{min}) / 255) * DN + L_{min}$$

donde L es la radiancia expresada en $Wm^{-2} sr^{-1}$.

La calibración atmosférica sirve para reducir el efecto de la neblina y gases. Se realizó mediante el módulo ATMOSC del citado programa, utilizando los datos del *header* de la imagen Landsat en bruto. Por la simplicidad de datos y el ajuste (Chuvieco, 2006) se utilizó el Modelo de Sustracción de Objetos Oscuros (Chávez, 1996).

Se carga cada banda por separado, con los siguientes datos: L_{min} y L_{max} para la banda, elevación del sol, ángulo de la imagen, punto medio de la longitud de onda de cada banda, valores de D_n de cuerpos oscuros presentes en la imagen. Para el D_n del objeto oscuro se buscan los valores en las áreas de reflectancia cero conocidas, como las aguas profundas, en este caso el dique de Cruz del Eje (departamento Cruz del Eje). Así, mediante el modelo se estima el espesor de los aerosoles y su efecto en la dispersión *Rayleigh*, especialmente en las primeras bandas, con el beneficio agregado de que compensa las variaciones en las producciones solares según el momento del año y el ángulo de elevación solar (Chuvieco 1996).

La corrección de la georeferenciación se realizó con el módulo RESAMPLE del Idrisi Andes (Eastman 2006), se geo-referenció con una imagen patrón previamente corregida y se aplicaron entre 20-25 puntos de muestreo para obtener una RMS menor al tamaño del píxel (Chuvieco, 2006). El promedio de los residuales se conoce habitualmente como error medio cuadrático (*Root Mean Square Error*, RMSE). Así, para las imágenes LANDSAT 5 MSS 230/81 11-06-1987 y LANDSAT 7 MSS 230/81 07-06-2002, se obtuvieron valores de RMSE de 0,001101 y 0,00587, respectivamente.

Proceso de análisis

a- Generación de los mapas de cobertura

Se aplicó una clasificación no-supervisada para obtener información acerca de las clases espectrales en una imagen y así ayudar a seleccionar las clases de cobertura representativas, mediante procedimiento ISOCLUST del SIG Idrisi. Este módulo autoorganizado e iterativo identifica *clusters* en las imágenes mediante un algoritmo de máxima verosimilitud. Se obtuvo un histograma de *clusters* que expresa las frecuencias con que ellos ocurren en la imagen. El número de categorías se definió en función de las de mayor frecuencia y de las que difieren significativamente.

La firma espectral de cada clase se estableció utilizando más de 150 píxeles (Chuvieco, 2006) y fue corroborado utilizando información de diversas fuentes: censos georeferenciados de datos de

cobertura de la vegetación (Barchuk *et al.*, 2007), entrevista a los productores y habitantes de avanzada edad de la región, mapas de IGM y fotos aéreas del año 1986 armadas en mosaico.

Para verificar la imagen clasificada se obtuvo un listado de puntos de verificación, para los que se posee tanto su cobertura real como la deducida por la clasificación. Con esta lista se generó una tabla, matriz de confusión, recogiendo así los conflictos que se presentan entre categorías (Chuvieco, 2006). Finalmente, se aplicó el índice Kappa, técnica multivariada discreta utilizada para evaluar si una matriz de error es significativamente diferente de otra (Congalton & Green, 1999).

Los cambios ocurridos en las clases cobertura de la tierra de los años 1987 y 2002 fueron analizados mediante el uso del proyecto *Land Change Modeler*, función del SIG Idrisi Los Andes, módulo *CHANGE ANALYSIS*. Se evaluaron las ganancias y pérdidas de las categorías de cobertura en hectáreas (y en proporción del área) y las contribuciones de cada unidad de cobertura al resto. El *CHANGE ANALYSIS* realiza una comparación píxel a píxel de los cambios ocurridos en las unidades detectadas para sitios idénticos, entre dos momentos distintos, contabilizando las áreas de píxel que cambian y registrando de qué unidades provienen aquellas que cambiaron.

Para interpretar los patrones y las tendencias de los cambios, se realizó un análisis de ajuste polinomial de las tendencias de la superficie a los patrones de cambio utilizando polinomios de 3^{er} orden. Se aplicó el módulo *TREND* para facilitar la interpretación de los cambios en términos espaciales. La superficie creada presentó códigos de áreas que variaron desde el valor "0" en áreas que no cambian a valores de "1" para áreas que cambian y las trata como si fueran variables cuantitativas. Los valores numéricos no tienen significado especial. Se obtuvieron mapas de isólinas de probabilidades de transiciones de los procesos de cambio más importantes: de bosque de *A. quebracho-blanco* a todas, de todas a desmonte y de todas a matorral de *M. carinatus*.

Para poder incorporar los factores humanos a los análisis de cambio de uso de la tierra se utilizaron datos de campo producto de entrevistas con productores, censos poblacionales locales y nacionales (CNA 1988, 2002).

RESULTADOS

Unidades de cobertura

Se identificaron las seis unidades de cobertura comunes a ambos sitios, Quilino y Las Toscas (Figuras 2 y 3). La tala selectiva y el desmonte para ganadería extensiva fueron los principales usos que cambiaron las unidades de cobertura del bosque nativo de los sitios Las Toscas y Quilino.

Las matrices de confusión y los valores del índice Kappa se presentan en las Tablas 1, 2, 3, y 4.

En general las tablas de confusión mostraron poco conflictos entre categorías. Sin embargo, aparecen problemas en las Tablas 2 y 4, debidos al solapamiento de distinto tipo de matorral entre sí y con el bosque de *A. quebracho-blanco*.

Categorías de cobertura

La unidad de cobertura **bosque de *A. quebracho-blanco***, con cobertura arbustiva de 60-90 % y arbórea de 30%, fue considerada la situación original (Cabido *et al.*, 1992) a partir de la cual se diferenciaron los siguientes tipos de coberturas. El **matorral alto de rehache y bosquecillos** es un arbustal alto, semicerrado a cerrado, con un estrato arbóreo de 6-7 m de altura. El rehache está asociado con bosques que tuvieron talas selectivas para leña y carbón y se recuperó el rebrote de los adultos removidos. Las principales especies son: *A. quebracho-blanco*, *Prosopis flexuosa*, *Zizyphus mistol*, *Prosopis pugionata* y *Cercidium australe*. En el **matorral de *M. carinatus***, el arbustal es semicerrado a cerrado y el estrato arbóreo está reducido a emergentes aislados, no mayores a 4-5 m de altura. Se considera que este estado ha sufrido mayor intensidad de tala y presión de pastoreo.

Los **desmontes** por rolado y topados con árboles aislados, representan lugares en los cuales generalmente se ha extraído el monte con equipos mecánicos con el fin de implantar pasturas megatéricas o favorecer el crecimiento estacional de las pasturas naturales. El paisaje "sabanizado" carece de cobertura leñosa, apenas unos pocos árboles aislados por hectárea. Presentan alta proporción de suelo expuesto durante la estación seca.

En el sitio Las Toscas, particularmente, el matorral de *M. carinatus*, *Atamisquea emarginata*, *Maytenus vitis-ideae*, *Castella coccinea*, *Geoffroea decorticans* y *Cassia aphila*, representa una cobertura asociada principalmente a las márgenes de las Salinas Grandes en bordes relativamente más elevados. Es una vegetación de transición entre los matorrales de plantas halófilas y el bosque de *A. quebracho-blanco*, semicerrado a cerrado, de 1,5 m de altura. Hacia los sectores más deprimidos, se

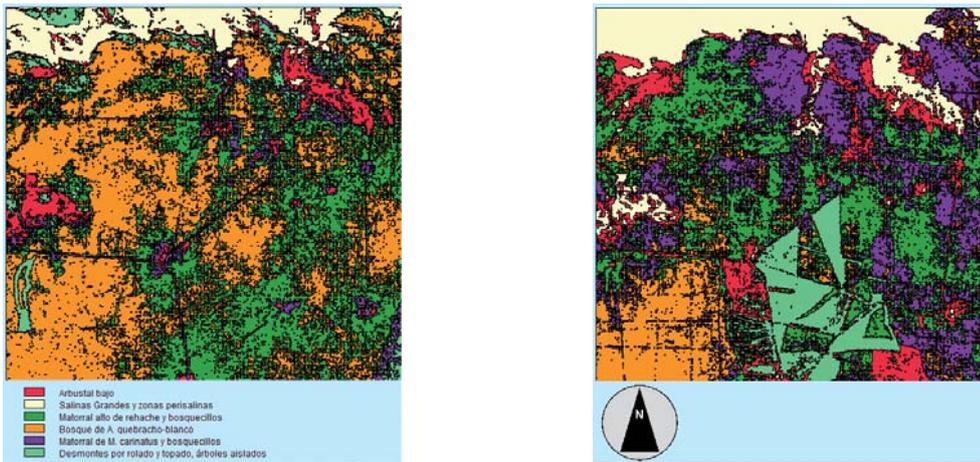


Figura 2. Unidades de cobertura del suelo para el año 1987 (izquierda) y para el año 2002 (derecha), sitio Las Toscas, departamento Ischilín, provincia de Córdoba.



Figura 3. Unidades de cobertura del suelo para el año 1987 (izquierda) y para el año 2002 (derecha), sitio Quilino, departamento Ischilín, provincia de Córdoba.

Tabla 1. Matriz de confusión obtenida para la clasificación no supervisada de la imagen Landsat 5 1987, sector Quilino.

Clasificación	Referencia						total	Exactitud usuario	Error comisión
	1	2	3	4	5	6			
1	416	6	16	2	14	22	476	86,0	14,0
2	7	925	0	0	10	48	990	91,7	8,3
3	33	2	573	34	9	18	669	83,4	16,6
4	3	9	64	948	143	6	1173	75,9	24,1
5	7	13	7	26	350	0	407	85,3	14,7
6	28	57	6	0	0	1207	1298	90,5	9,5
Total	494	1012	666	1010	526	1301			
Exactitud productor	82,5	89,3	83,8	91,9	63,6	90,2			
Error omisión	17,5	10,7	16,2	8,1	36,4	9,8			

Los números hacen referencia a las categorías: 1, arbustal bajo; 2, Salinas Grandes y zonas perisalinias; 3, matorral alto de rehache y bosquesillos; 4, bosque de *A. quebracho-blanco*; 5, matorral de *M. carinatus* y bosquesillos; 6, desmontes por rolado y topado, árboles aislados. Índice Kappa global: 0,85.

Tabla 2. Matriz de confusión obtenida para la clasificación no supervisada de la imagen Landsat 7, 2002, sector Quilino.

Clasificación	Referencia						total	Exactitud usuario	Error comisión
	1	2	3	4	5	6			
1	445	1	5	11	10	0	472	92,7	7,3
2	0	363	4	16	0	4	387	92,8	7,2
3	11	3	644	1	0	5	664	95,9	4,1
4	0	10	0	202	37	0	249	79,3	20,7
5	151	14	56	18	560	118	917	61,1	38,9
6	0	0	1	0	0	684	685	99,8	0,2
Total	607	391	710	248	607	811			
Exactitud productor	68,0	91,7	87,9	79,7	92,9	79,4			
Error omisión	32,0	8,3	12,1	20,3	7,1	20,6			

Los números hacen referencia a las categorías: 1, arbustal bajo; 2, Salinas Grandes y zonas perisalinias; 3, matorral alto de rehache y bosquesillos; 4, bosque de *A. quebracho-blanco*; 5, matorral de *M. carinatus* y bosquesillos; 6, desmontes por rolado y topado, árboles aislados. Índice Kappa global: 0,85.

Tabla 3. Matriz de confusión obtenida para la clasificación no supervisada de la imagen Landsat 5, 1987, sector Las Toscas.

Clasificación	Referencia						total	Exactitud usuario	Error comisión
	1	2	3	4	5	6			
1	96	0	0	0	0	0	96	100,0	0,0
2	25	1490	0	0	0	0	1515	97,3	2,7
3	0	0	1079	70	17	18	1184	87,6	12,4
4	0	0	13	463	0	0	476	96,8	3,2
5	1	0	12	0	170	9	192	87,9	12,1
6	0	0	3	0	5	409	417	97,8	2,2
Total	122	1490	1107	533	192	436			
Exactitud productor	78,1	100	96,3	85,0	87,9	93,0			
Error omisión	21,9	0	3,7	15,0	12,1	7,0			

Los números hacen referencia a las categorías: 1, arbustal bajo; 2, Salinas Grandes y zonas perisalinias; 3, matorral alto de rehache y bosquesillos; 4, bosque de *A. quebracho-blanco*; 5, matorral de *M. carinatus* y bosquesillos; 6, desmontes por rolado y topado, árboles aislados. Índice Kappa global: 0,94.

Tabla 4. Matriz de confusión obtenida para la clasificación no supervisada de la imagen Landsat 7, 2002, sector Las Toscas.

Clasificación	Referencia						total	Exactitud usuario	Error comisión
	1	2	3	4	5	6			
1	499	2	90	0	3	9	603	78,6	21,4
2	22	396	0	0	0	0	418	93,8	6,2
3	9	0	541	42	78	0	670	74,1	25,9
4	1	0	18	250	81	0	350	67,7	32,3
5	3	0	58	23	374	0	458	77,3	22,7
6	5	0	0	0	0	267	272	97,9	2,1
Total	539	398	707	315	536	276			
Exactitud productor	90,5	99,4	69,0	76,4	63,8	96,3			
Error omisión	9,5	0,6	31,0	23,6	36,2	3,7			

Los números hacen referencia a las categorías: 1, arbustal bajo; 2, Salinas Grandes y zonas perisalinias; 3, matorral alto de rehache y bosquesillos; 4, bosque de *A. quebracho-blanco*; 5, matorral de *M. carinatus* y bosquesillos; 6, desmontes por rolado y topado, árboles aislados. Índice Kappa global: 0,80.

concentran las aguas de escurrimientos superficiales y los suelos son más alcalinos. Presentan un **matorral abierto bajo** halófito de *Allenrolfea patagonica* y *Heterostachys ritteriana*, un estrato herbáceo escaso y alta proporción de suelo descubierto con sales sobre la superficie.

En la zona de Quilino se consideró como matorral bajo al arbustal de *Larrea divaricata* y *Acacia furcatispina*, estado remanente luego de alta presión

de tala, pastoreo o emergente de desmontes donde se recuperó el estrato arbustivo.

Cambios de cobertura por sitio

Sitio Quilino. Se observan incrementos en más de un 10% en la superficie de las unidades desmonte (Tabla 5) y matorral de *M. carinatus*. Paralelamente se observa una retracción del bosque de *A. quebracho-blanco* y de los matorrales altos en propor-

Tabla 5. Cambios de las unidades de cobertura de la tierra entre junio de 1987 y junio de 2002 para el sitio Quilino.

Unidades de cobertura	Porcentaje del área de cambios de cobertura		
	Pérdidas	Ganancias	Cambios
Desmonte	7,4	18,7	11,3
Matorral de <i>M. carinatus</i> y bosquesillos	9,5	28,5	19,0
Bosque de <i>A. quebracho-blanco</i>	20,4	8,7	-11,7
Matorral alto de rehache y bosquesillos	20,4	7,2	-13,2
Salinas-Suelo desnudo	6,2	8,6	2,4
Matorral bajo	18,6	10,7	-7,8

ciones semejantes. Así, las unidades que crecieron como el desmonte y el matorral de *M. carinatus*, lo hicieron a expensas del aporte de tierras con bosque, matorrales altos de rehache (Tabla 6) y matorrales bajos en menor medida. Es importante destacar un incremento de los suelos desnudos (Tabla 5) proveniente principalmente de bosques y de los matorrales bajos (Tabla 6).

Sitio Las Toscas. Se observa una disminución en la superficie del bosque de *A. quebracho-blanco* y un aumento en extensión de las unidades matorral de *M. carinatus*, matorrales bajos y de salinas (Tabla 7). La disminución del bosque de *A. quebracho-blanco* tiene un correlativo incremento con los matorrales de *M. carinatus* y los matorrales altos de rehache. Así, el arbustal de *M. carinatus* crece desde el aporte de aquellos y levemente desde antiguos desmontes que se recuperan. Desde el módulo de cambio se registra que sólo una mínima proporción del bosque es transformado en desmonte, probablemente debido a que en la imagen del año 1987 la unidad "desmonte" se confunde con áreas de pastizales perisalinicos en la zona de la costa de las Salinas Grandes (Figura 2, izq.). El "crecimiento de las salinas" está dado fundamentalmente por los matorrales bajos y desmontes, y en menor medida por el resto de las categorías (Tabla 8).

Tabla 7. Cambios en la cobertura entre junio de 1987 y junio de 2002 para el sitio Las Toscas

Unidades de cobertura	Porcentaje del área de cambios de cobertura		
	Pérdidas	Ganancias	Cambios
Desmonte	8,1	7,8	-0,3
Matorral de <i>M. carinatus</i> y bosquesillos	4,0	23,8	19,8
Bosque de <i>Quebracho blanco</i>	31,5	1,8	-29,7
Matorral alto de rehache y bosquesillos	19,6	16,5	-3,1
Salinas-Suelo desnudo	0,2	5,8	5,5
Matorral bajo	4,2	11,9	7,7

Tendencias

Sitio Quilino. El bosque de *A. quebracho-blanco* decrece hacia "terrenos abandonados" con rumbo noroeste, en dirección de las Salinas Grandes. Se observa una tendencia hacia el matorral de *M. carinatus* hacia los terrenos de las vías del ferrocarril, Ruta Nacional 60 y la parte más distante hacia el oeste. Paralelamente, los cambios hacia tierras desmontadas persisten sobre los terrenos ubicados cerca de los caminos principales, en propiedades de gran extensión (Figuras 4, 5 y 6).

Sitio Las Toscas. Se observa una zona de gran cambio del bosque en el centro-oeste del sector de Las Toscas, en parte por reemplazo del matorral de *M. carinatus* y en parte desplazado por los desmontes provenientes del sur que se ubican sobre caminos de acceso. En cambio, los matorrales de *M. carinatus* persisten y tienden a crecer en dirección este de las Toscas, cercanos a los caminos, pequeños puestos y entradas de las salinas (Figuras 7, 8 y 9).

Variables socio-económicas en ambos sitios

Según los datos del año 2002, en Quilino hay menos de la mitad de productores que en la zona de Las Toscas (Figuras 10 y 11). La tenencia precaria de la tierra es un factor social significativo para

Tabla 6. Contribuciones al cambio neto por unidad de cobertura expresadas en porcentaje del área para el sitio Quilino

	Desmonte	Matorral de <i>M. carinatus</i>	Bosque de <i>A. quebracho-blanco</i>	Matorral alto de rehache	Salinas-suelo desnudo	Matorral bajo
Desmonte		0,9	3,7	2,3	0,6	3,8
Matorral de <i>M. carinatus</i> y bosquesillos	-0,9		8,0	7,8	0,1	4,0
Bosque de <i>A. quebracho-blanco</i>	-3,7	-8,0		1	-1,5	0,5
Matorral alto de rehache y bosquesillos	-2,3	-7,8	-1		-0,9	-1,1
Salinas-Suelo desnudo	-0,6	-0,1	1,5	0,9		0,7
Matorral bajo	-3,8	-4,0	-0,5	1,1	-0,7	

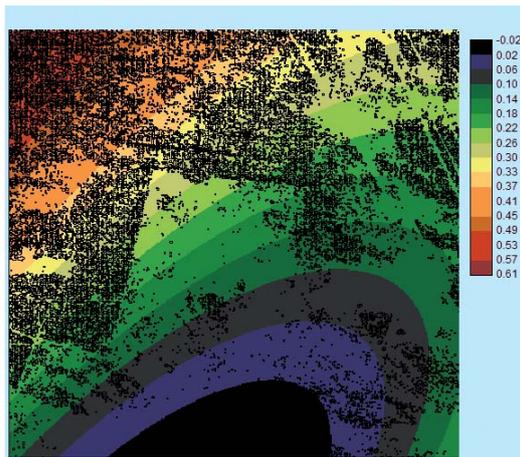


Figura 4. Mapa de tendencias de patrones de cambio del sitio Quilino. Desde bosque *A. quebracho-blanco* a todas las categorías de cobertura.

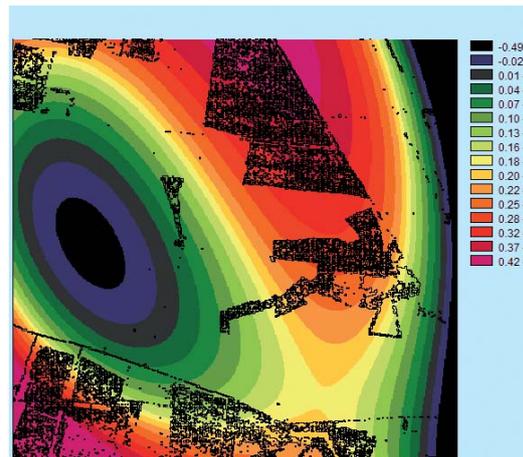


Figura 5. Mapa de tendencias de patrones de cambio del sitio Quilino. Desde todas las categorías de cobertura a desmonte.

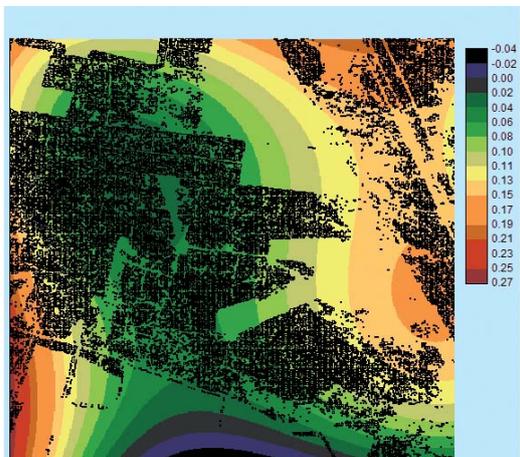


Figura 6. Mapa de tendencias de patrones de cambio del sitio Quilino. Desde todas las categorías de cobertura a matorral de *M. carinatus*.

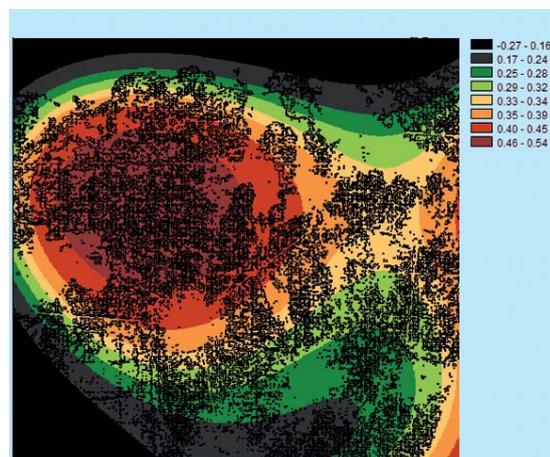


Figura 7. Mapa de tendencias de patrones de cambio del sitio Las Toscas. Desde bosque *A. quebracho-blanco* a todas las categorías de cobertura.

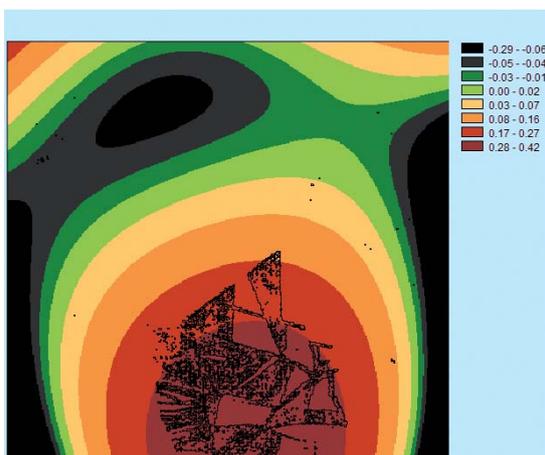


Figura 8. Mapa de tendencias de patrones de cambio del sitio Las Toscas. Desde todas las categorías de cobertura a desmonte.

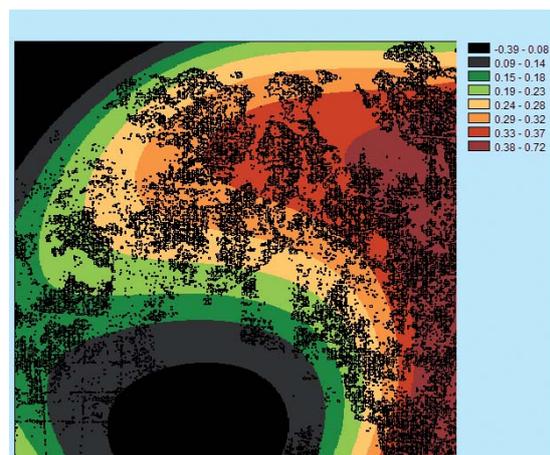


Figura 9. Mapa de tendencias de patrones de cambio del sitio Las Toscas. Desde todas las categorías de cobertura a matorral de *M. carinatus*.

Tabla 8. Contribuciones al cambio neto por unidad de cobertura expresadas en porcentaje del área para el sitio Las Toscas

	Desmonte	Matorral de <i>M. carinatus</i>	Bosque de <i>A. quebracho - blanco</i>	Matorral alto de rehache	Salinas- suelo desnudo	Matorral bajo
Desmonte		-1,8	2,3	3,14	-1,31	-2,61
Matorral de <i>M. carinatus</i> y bosquecillos	1,8		12,5	7,86	-0,5	-1,8
Bosque de <i>A. quebracho - blanco</i>	-2,3	-12,5		-12,14	-0,1	-2,5
Matorral alto de rehache y bosquecillos	-3,1	-7,9	12,1		-0,2	-4,1
Salinas-Suelo desnudo	1,3	0,5	-0,2	0,18		3,4
Matorral bajo	2,6	1,8	-4,1	4,1	-3,4	

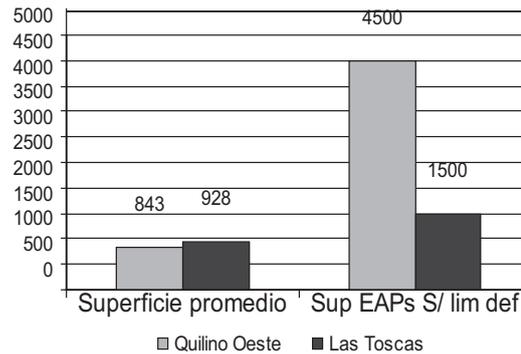
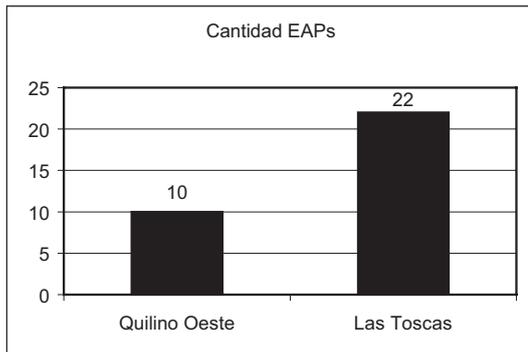


Figura 10. Variación de la cantidad de EAPs, año 2002, para los sitios Quilino y Las Toscas (izquierda). Variación de la superficie promedio y superficie de EAPs sin límites definidos, año 2002, para los sitios Quilino y Las Toscas (derecha).

la zona de Las Toscas, donde hay una gran cantidad de superficie de explotaciones sin límites definidos. Las unidades de producción son de mayor tamaño en la zona de Quilino, donde se registra una mayor carga animal bovina, mientras que Las Toscas posee menor superficie promedio por EAP (establecimiento agropecuario) y la ganadería es fundamentalmente caprina, con baja carga animal bovina. La Tabla 9 muestra el crecimiento del uso ganadero de la tierra en la zona de Quilino. Allí el desmorte con siembra de pasturas crece fuertemente desde el final del año 2000 (Tabla 10) y paralelamente decrecen el número de EAPs pequeñas y aumentan las mayores de 2500 ha.

DISCUSIÓN

La tala y el desmorte son los principales factores determinantes de los cambios de las unidades de cobertura.

En la zona de Quilino hubo una gran pérdida de cobertura leñosa por actividad forestal previa, seguida de un fuerte avance del desmorte en el periodo estudiado. Las unidades de desmorte están

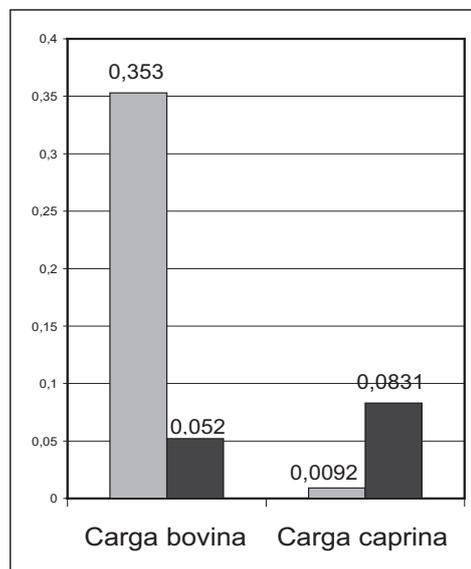


Figura 11. Variación de la carga animal bovina y caprina (unidades ganaderas por ha), año 2002, en los sitios Quilino y Las Toscas del departamento Ischilín, provincia de Córdoba.

Tabla 9. Cambios socio-económicos del periodo 1970 - 2002 y de uso de la tierra de la pedanía Quilino, departamento Ischilín, provincia de Córdoba, Argentina.

	Años 1970	Años 80- 90	Años 90 - 2002
Uso de la Tierra	Hasta los años 70 el uso de la tierra es fundamentalmente forestal- ganadero. Los stocks ganaderos disminuyen, la ganadería se realiza sobre vegetación nativa.	La actividad forestal tiene un fuerte declive, predominan la extracción para carbón y postes. Aumenta el stock bovino. Comienzan a apotrerarse los campos, existe una importante carga animal en las zonas con acceso al agua. Hay una alta retracción de la ganadería caprina.	Existe una alta tasa de extracción de productos forestales; hay un fuerte avance de los desmontes y siembra de pasturas exóticas megatérmicas para uso ganadero intensivo. Leve aumento de la producción caprina.
Población Rural y Urbana	La población se mantiene estable desde los años 40 con un leve descenso a principio de los 70 debido a fuertes corrientes migratorias hacia las grandes ciudades. Leve disminución de la población rural.	La población urbana aumenta un 16 % mientras que la población rural dispersa disminuye un 35,7 %. Emigración lenta de carácter local desde la zona rural.	Marcada retracción de la población rural (más del 50%). Más de un tercio de la población rural dispersa disminuye mientras que la población urbana levemente se mantiene dentro del departamento.
Cantidad de Explotaciones	Disminuyen en general el número de explotaciones. Aumento de la concentración de la tierra.	Aumento leve del número de explotaciones.	Fuerte retracción en el número de explotaciones pequeñas (< 200 has) y aumento concomitante de explotaciones grandes (> de 2500 has).

Fuentes: Silveti & Cáceres (1998), Cabido et al. (2005), Censos Nacionales Agropecuarios de 1988 y 2002 y entrevistas a campo

asociadas con el uso ganadero con base en producción bovina, campos alambrados y cobertura herbácea de pasturas introducidas. Esta mayor superficie desmontada se relaciona con EAPs de gran tamaño.

En Las Toscas los cambios en las unidades de cobertura están asociados a la actividad de tala y además éstos se hallan afectados por mayores restricciones ambientales. Las dos unidades más importantes: matorral alto de rehache con bosquecillos y matorral de *M. carinatus*, son el resultado de la tala selectiva del bosque de *A. quebracho blanco*.

En la zona de Quilino, la unidad de cobertura suelo desnudo está relacionada con el efecto del sobrepastoreo por el aumento de la carga animal bovina que acompañó al desmonte, facilitado además por la influencia de las vías de acceso a potreros y caminos. Por otra parte, los suelos desnudos en Las Toscas se relacionan con el avance del desierto salino y el empobrecimiento de la cobertura leñosa adyacente.

Entre los cambios más sustanciales en las unidades de coberturas se destacaron la mayor pérdida de la unidad bosque de *A. quebracho-blanco* y el avance del desierto salino. Las transformaciones desde bosque de *A. quebracho-blanco* a matorrales altos con bosquecillos y matorrales de *M. carinatus*, son coincidentes con lo observado por Cabido *et al.*

(1992).

En general el uso ganadero tiene diferentes implicancias en las coberturas de ambos sitios, vinculado a las especies predominantes: ganado bovino y caprino. Se le ha atribuido a la ganadería caprina un fuerte impacto negativo sobre la regeneración de arbustivas y arbóreas (Cabido *et al.*, 1992). Sin embargo, a escala regional, ocurre, desde hace casi medio siglo, un descenso continuo de los *stocks* caprinos (Tabla 9) que hacen desestimar dicha influencia sobre las unidades de cobertura.

Por otra parte, en el caso de Quilino, existe una alta carga bovina que contribuye al avance de las leñosas arbustivas. Así numerosos autores atribuyen a la ganadería bovina la expansión de la vegetación leñosa en

Tabla 10. Superficie desmontada, número de autorizaciones de acopios forestales y desmontes del departamento Ischilín.

	Antes de 2000	Después del año 2000
Superficie desmonte selectivo	22.982,25	11.934,18
Acopios forestales (n° de autorizaciones)	8	4
Desmontes selectivos (n° de autorizaciones)	17	14

Fuentes: Agencia Córdoba Ambiente SE

áreas de sabana y pastizales, en conjunto con factores climáticos (Brown & Archer, 1999; Van Auken, 2000). Mientras que otros sostienen que los ramoneadores como las cabras mantienen estable la densidad y la cobertura de los arbustos (Friedel, 1985).

Procesos endógenos y procesos exógenos.

Muchos de los cambios ocurridos en los territorios son atribuidos por diversos autores a procesos exógenos a las regiones, por ejemplo el avance de la frontera agropecuaria (Morello *et al.*, 2005), la urbanización y el acceso a los mercados (Zhang *et al.*, 2004; Long *et al.*, 2007; Xiao *et al.*, 2007), el clima, iniciativas de conservación de la biodiversidad y redistribución de la tierra (Coussins *et al.*, 2007). En general, todos ellos son homogeneizantes y tienen un impacto directo sobre el uso de la tierra.

En el caso de Las Toscas, el ingreso del desmonte como fuerza de cambio determina por un lado el incremento de campos alambrados y por el otro el desplazamiento de la ganadería campesina de trashumancia a sectores de lomas, pastizales perisalininos y bosques secundarios peridomésticos. Ello trae como consecuencia el desplazamiento de las actividades a zonas productivamente marginales y encerradas en unidades más pequeñas de paisaje; a su vez esto provoca un cambio en el comportamiento de la dinámica de pastoreo, con menor disponibilidad de aprovechamiento de la heterogeneidad espacial y temporal de la vegetación. Estas ideas desarrolladas por Vetter (2005) (en el Sur de África) y Coussins *et al.* (2007) explican los cambios de cobertura provocados por el consiguiente cambio de uso de la tierra como un proceso previo a la pérdida de la heterogeneidad del paisaje, mientras en unidades de grandes extensiones, como en la zona de Quilino, el proceso de homogeneización ya ha ocurrido (Hocsman y Preda, 2005; Zak *et al.*, 2004; Cabido *et al.*, 2005; Cáceres *et al.*, 2005).

Cáceres *et al.* (2005) mencionan que la población del departamento se halla en descenso, mientras los valores de tasa de extracción de los recursos siguen siendo altos. A diferencia de algunos autores (Lambín, 2003; Zhang *et al.*, 2004; Cayuela *et al.*, 2006; Seabrook *et al.*, 2006) en este trabajo se observa que la densidad poblacional en sí misma no es un factor de importancia en determinar los cambios en el uso de la tierra. Por el contrario, la población está afectada por factores exógenos que promueven procesos de expulsión-migración desde áreas rurales hacia localidades cercanas (Boletta *et al.*, 2006). De hecho en Las Toscas no hubo una reducción de la población rural dispersa, en cambio

en Quilino ocurrió un proceso de expulsión-migración desde las áreas rurales.

Otros factores externos, como el avance de la agricultura debido a la mejora de los precios relativos agrícolas, el aumento del precio de la tierra (Cabido *et al.*, 2005, Paruelo *et al.*, 2006) y la aparición de tecnologías de desmonte mecanizado (Boletta *et al.*, 2006; Seabrook *et al.*, 2006) han provocado el desplazamiento de la ganadería hacia zonas marginales, factores éstos que cobran relevancia en la zona de Quilino fundamentalmente.

La visión de paisajes provenientes de otras culturas originadas en otros ambientes ecológicos ha sido mencionada en procesos de cambios de cobertura en otras partes del mundo (Robbins, 2001; Seabrook *et al.*, 2006). De igual forma la noción de manejo de la zona pampeana también fue trasladada al territorio chaqueño (Boletta *et al.*, 2006). En la zona estudiada se observa una concepción similar del paisaje ganadero que llamamos "desmonte", proveniente de los primeros colonizadores durante la época de la conquista: le llamaban la "dehesa", y consistía en una sabanización del bosque del Chaco Seco (Díaz *et al.*, 1985).

Finalmente, las zonas áridas del país deberían tener de manera urgente marcos regulatorios que permitan la conservación del bosque nativo y la planificación del uso de la tierra, esta última basada en el manejo de la heterogeneidad espacial del paisaje y el uso múltiple del bosque (Vetter, 2005).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado con el apoyo del Subsidio FoNCyT, PICT 2005. Se agradece a los integrantes del Movimiento Campesino de Córdoba por la información, las orientaciones, y por la ayuda en el proceso de reconstrucción de la historia de la región.

BIBLIOGRAFÍA

- Barchuk, A. H.; S. E. Basconcelo, A. H. Britos, J. A. Santa y M. R. Iglesias, 2007. Unidades de Paisaje para el desarrollo sustentable y manejo de los recursos naturales en el noroeste de Córdoba. En Matteuccci, S. D. (Ed.). Panorama de la ecología de paisajes en Argentina y países sudamericanos. Ediciones INTA. Bs. As., 154-165.
- Boletta, P. E.; A. C. Ravelo, A. M. Planchuelo and M. Grilli, 2006. Assessing deforestation in the Argentine Chaco. *Forest Ecology and Management* 228:108-114.
- Bono, J.; M.G. Parmuchi, M. Strada, C. Montenegro, E.

- Manghi y I. Gasparri, 2002. Mapa Forestal Provincial de Córdoba. Unidad de Manejo del sistema de Evaluación Forestal. Dirección de Bosques. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. http://ambiente.gov.ar/archivos/web/UMSEF/File/2002_cordoba.pdf
Consultado: 6 de febrero de 2008.
- Brown, D.G.; B.C. Pijanowski and D.J. Duh, 2000. Modeling the relationships between land use and land cover on private lands in the Upper Midwest, USA. *Journal of Environmental Management* 59:247–263.
- Brown, J.R. and S. Archer, 1999. Shrub invasion of grassland: recruitment is continuous and not regulated by herbaceous biomass or density. *Ecology* 80:2385–2396.
- Cabido, M.R. y M.R. Zak, 1999. Vegetación del Norte de Córdoba. Secretaría de Agricultura y Recursos Renovables de la Provincia de Córdoba. Agencia Córdoba Ambiente, 56 pp.
- Cabido, M.; A. Acosta, M.L. Carranza y S. Díaz, 1992. La vegetación del Chaco Árido en el W de la provincia de Córdoba, Argentina. *Documents Phytosociologiques* XIV: 447–456.
- Cabido, M.; M.R. Zak, A. Cingolani, D. Cáceres y S. Díaz, 2005. Cambios en la cobertura de la vegetación del centro de Argentina. ¿Factores directos o causas subyacentes?. En: Oesterheld, M.; M. Aguiar, C. Ghersa y J. Paruelo (Eds). *La Heterogeneidad de la Vegetación de los Agroecosistemas*. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Buenos Aires, pp. 271–300.
- Cáceres, D.; F. Silvetti, G. Ferrer y G. Soto, 2006. Y ... vivimos de las cabras. *Transformaciones sociales y tecnológicas de la capricultura*. Editorial La Colmena. Buenos Aires, 269 pp.
- Capitanelli, R., 1979a. Geomorfología. In: Vázquez J, Miatello R, Roque M (eds). *Geografía Física de la Provincia de Córdoba*. Ed. Boldt, Buenos Aires, pp. 213–296.
- Capitanelli, R., 1979b. Clima. In: Vázquez J, Miatello R, Roque M (eds). *Geografía Física de la Provincia de Córdoba*. Ed. Boldt, Buenos Aires, pp. 45–138.
- Cayuela, L.; J.M. R. Benayas y C. Echeverría, 2006. Clearance and fragmentation of tropical montane forests in the Highlands of Chiapas, Mexico (1975–2000). *Forest Ecology and Management* 226: 208–218.
- Censo Nacional Agropecuario, 1988. INDEC – SAGPyA. Ministerio Economía de la Nación.
- Censo Nacional Agropecuario, 2002. INDEC – SAGPyA. Ministerio Economía de la Nación.
- Chander, G. and B. Markham, 2003. Revised Landsat 5 TM radiometric calibration procedures and post-calibration dynamic ranges. http://ftpwww.gsfc.nasa.gov/las/handbook/handbook_htmls/chapter9/chapter9.html#section9.2.2.
- Consultado: 15 de febrero de 2008.
- Chavez, P.S.; 1996. Image-based atmospheric corrections - Revisited and improved, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 62, 9:1025–1036.
- Chuvieco, E., 2006. *Teledetección Ambiental. La Observación de la Tierra desde el Espacio*. Editorial Ariel Ciencia, Barcelona, 485 pp.
- Congalton, R.G. and K. Green, 1999. *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. Lewis Publishers, 167 pp.
- Cousins, B.; M.T. Hoffman, N. Allsopp and R.F. Rohde, 2007. A synthesis of sociological and biological perspectives on sustainable land use in Namaqualand. *Journal of Arid Environments* 70:834–846.
- Díaz, S.; M. Bonin, A. Laguens y M.R. Prieto, 1985. Estrategias de explotación de los recursos naturales y procesos de cambios de vegetación en la cuenca del río Copacabana (mediados del siglo XVI a mediados del siglo XIX). Departamento Ischilín, Córdoba. Publicaciones del Instituto de Antropología. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Filosofía y Humanidades. Vol. XLV: 67–131.
- Eastman, J. R., 2006. IDRISI ANDES Tutorial. Land Change Modeller. Clark Labs. Clark University. Worcester. MA. USA.
- EOSAT LANDSAT, 1986. Technical Notes No 1.
- Friedel, M.H., 1985. The population structure and density of central Australian trees and shrubs, and relationships to range condition, rabbit abundance and soil. *Australian Rangeland Journal* 7: 130–39
- Hocsman, L.D. y G. Preda, 2005. Desarrollo agrario, estructura parcelaria y economía familiar en la Provincia de Córdoba. *Actas IV Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agro – industriales*. CIEA - FCE - UBA. Buenos Aires.
- Jarsún, B.; J. Gorgas, E. Zamora y E. Lovera, 1989. *Atlas de Suelos de la República Argentina. Sector Provincia de Córdoba*. Convenio INTA-PNUD, Córdoba.
- Lambin, E. F.; H.J. Geist and E. Lepers, 2003. Dynamics of land-use and landcover change in tropical regions. *Annual Review Environmental Resources* 28: 205–241.
- Lillesand, T.M. and R.W. Kiefer, 1994. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Third Edition. John Wiley and Sons.
- Long, H.; G. Tang, X. Li and G.K. Heilig, 2007. Socio-economic driving forces of land-use change in Kunshan, the Yangtze River Delta economic area of China. *Journal of Environmental Management* 83:351–364.
- Morello, J.; W. Pengue y A. Rodríguez, 2005. Un siglo de cambios del diseño del paisaje. *Primeras Jornadas Argentinas de Ecología del paisaje*. Buenos Aires

- Otto, R.; B.O. Kru and F. Kienast, 2007. Degradation of an arid coastal landscape in relation land use changes in Southern Tenerife (Canary Islands). *Journal of Arid Environments* 70:527–539.
- Paruelo, J.M.; J.P. Guerschman, G. Piñeiro, E.G. Jobbágy, S. R. Verón, G. Baldi y S. Baeza, 2006. Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay: marcos conceptuales para su análisis. *Agrociencia* 10:47-61.
- Robbins, P., 2001. Tracking Invasive Land Covers in India, or Why Our Landscapes Have Never Been Modern. *Annals of the Association of American Geographers* 91:637-659.
- Sayago, M., 1969. Estudio fitogeográfico del norte de Córdoba. *Boletín Academia Nacional de Ciencias Córdoba*, 46:123–427.
- Seabrook, L.; C. McAlpine and R. Fensham, 2006. Cattle, crops and clearing: Regional drivers of landscape change in the Brigalow Belt, Queensland, Australia, 1840–2004. *Landscape and Urban Planning* 78:373–385.
- Stamati, M.; M.G. Parmuchi, M. Strada, J. Bono, C. Montenegro, E. Manghi, y M. Brouver, 2004. Mapa Forestal. Provincia de Córdoba Actualización Año 2004. Unidad de Manejo del sistema de Evaluación Forestal. Dirección de Bosques. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UMSEF/File/2004_cordoba_deptos.pdf.
- Consultado: 15 de febrero de 2008.
- Van Auken, O.W., 2000. Shrub Invasions of North American Semiarid Grasslands. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 31:197-215.
- Vetter, S., 2005. Rangelands at equilibrium and non-equilibrium: recent developments in the debate. *Journal of Arid Environments* 62:321–341.
- Viglizzo, E.F.; A.J. Pordomingo, M.G. Castro, F.A. Lértora y J.N. Bernardos, 2003. Scale-dependent controls on ecological functions in agroecosystems of Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 101: 39–51.
- Weng, Q. and Y.D. Wei, 2003. Land use and land cover change in China under the reform and globalization. *Asian Geographer* 22:1–3.
- Xiao, H. and Q. Weng, 2007. The impact of land use and land cover changes on land surface temperature in a karst area of China. *Journal of Environmental Management* 85:245–257
- Zak, M.R.; M. Cabido and J.G. Hodgson, 2004. Do subtropical seasonal forests in the Gran Chaco, Argentina, have a future?. *Biological Conservation* 120:589–598.
- Zhang, Q. J.; B.J. Fu, L.D. Chen, W.W. Zhao, Q.K.J. Yang, G.B. Liu and H. Gulick, 2004. Dynamics and driving factors of agricultural landscape in the semiarid hilly area of the Loess Plateau, China. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103: 535–543.