

Chaco sin bosques, Chaco sin campesinos, Chaco sin diversidad cultural

Silvia D. Matteucci

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Grupo de Ecología de Paisajes
y Medio Ambiente, Universidad de Buenos Aires

sdmatteucci@conicet.gov.ar

Resumen

Este artículo trata de contraponer algunas observaciones y mediciones realizadas en la Ecorregión Chaco Seco con afirmaciones que aparecen en la bibliografía científica. Se trata de demostrar que todo enfoque parcializado corre el riesgo de inducir a una planificación y gestión equivocadas de los recursos, incluyendo la tierra. El Chaco Seco comprende un sistema socio-ecológico complejo, altamente diversificado tanto en lo ecológico como en lo social, por eso, no admite generalizaciones, especialmente cuando sus consecuencias atentan contra la sociedad y la cultura.

Introducción

Actualmente circula con mucha insistencia la hipótesis que establece que el desarrollo es el impulsor de la transición en los bosques (Grau y Aide, 2008). Se denomina transición en los bosques al cambio desde deforestación neta a reforestación neta en un espacio particular, siendo esta una transición gradual de pérdida a recuperación de superficie de bosques nativos (Redo *et al.*, 2012). Se supone que las tierras son abandonadas por campesinos de bajos recursos que hacen un uso ineficiente de ellas. La emigración del campo a la ciudad es impulsada por el desarrollo, entendido como expansión de la agroindustria, urbanización, mejoramiento de calidad de vida, incremento en la demanda de alimentos, inversión extranjera, etc.; en síntesis, el conjunto de factores interactuantes en una economía capitalista, neoliberal y globalizada.

Esta propuesta es peligrosa, ya que subrepticamente propone que los campesinos de menores recursos y las comunidades aborígenes deberían abandonar las tierras que han ocupado durante siglos por-

que su uso es ineficiente. La emigración hacia las ciudades de estas comunidades disminuiría la presión sobre los bosques (Wright *et al.*, 2006), lo cual redundaría en un incremento del bosque nativo y recuperación de servicios ecosistémicos. La producción de alimentos provendría de la agroindustria, la cual se concentraría en las mejores tierras y al incrementar los rendimientos, se ahorraría espacio para la conservación (Green *et al.*, 2005). Se han expresado varios argumentos para la propuesta: la necesidad de alimentos impulsada por el crecimiento poblacional que se estima en 9000 millones para el 2050 (Aide & Grau, 2004; Grau y Aide, 2008); el incremento de consumo alimenticio *per capita* (Grau *et al.*, 2008), la importancia de conservar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Grau y Aide, 2008). Este tipo de ordenamiento territorial, con liberación de tierras para la conservación y agricultura industrial en los mejores suelos ha sido sugerido para nuestro Gran Chaco Americano y especialmente para el Chaco Seco. En este artículo trataré de demostrar algunas de las falacias de esta propuesta, al menos para el Chaco Seco, con observaciones y mediciones en el sector Norte de esta Ecorregión.

El área de estudio

La Ecorregión Chaco Seco tiene características muy peculiares. En primer lugar, es el único bosque seco subtropical del planeta. En latitudes similares (alrededor de 30°) se encuentran desiertos en ambos hemisferios. La presencia de bosques en este clima seco se debe a que los ríos caudalosos provenientes de los Andes, han derivado de Norte a Sur en tiempo geológico sobre una llanura formada por el depósito de sedimentos arrastrados por los ríos, for-

mando una muy amplia planicie fluvial, con pendientes extremadamente suaves hacia de Este (Adámoli *et al.*, 1990), lagunas lunares y una red de arroyos y ríos menores. El agua almacenada en el suelo ha sido protegida por una vegetación relativamente densa y un dosel de árboles con características también peculiares. Debajo del dosel se genera un ambiente particular, llamado mesoclima del bosque (Ledesma, 1990), menos cálido y menos seco que las áreas no boscosas. Las dos especies de árboles dominantes, quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis quebracho colorado*) y quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), son altas y de fuste grande, lo cual es inusual para un clima semiárido a árido. El quebracho blanco es de follaje persistente y el quebracho colorado es caducifolio, con una fenología particular ya que, a diferencia de la mayoría de las especies deciduas, pierde las hojas hacia finales de primavera; esto es, mantiene el follaje durante todo el invierno, que es la época sin lluvias (Ledesma, 1990). Esta característica hace que durante el período seco se mantengan las condiciones de humedad relativa bajo el dosel de los árboles, favoreciendo la persistencia de un sotobosque protector del suelo. Cabe preguntarse si el desmonte excesivo no llevará a la desertificación, especialmente después de la cosecha. Otras características de la ecorregión son la biodiversidad de flora y fauna, la gran heterogeneidad espacial, con cantidad de ecosistemas que interactúan horizontalmente en cada complejo ecosistémico.

La historia de conversión de la tierra en el Chaco Seco es de larga data y ha sido descrita en el marco de una periodización (Morello *et al.*, 2007). De las seis etapas descritas, quizás las más dramáticas han sido la de Durmientes y Postes y la Taninera; en ambas de las cuales se produjo una deforestación intensiva para la obtención de madera de especies particulares. La etapa más reciente, de pampeanización de la llanura chaqueña, con la expansión agrícola industrial, es la que está causando los cambios más drásticos y extensivos, tanto en la naturaleza como en la sociedad. En el Chaco Seco, la tala selectiva para la fabricación de durmientes comenzó a inicios del siglo 20. Hacia 1990, grandes extensiones de tierra fueron convertidas a cría de ganado y producción de granos (Boletta, 2001). Un estudio realizado en el departamento Moreno, Santiago del Estero, relata la evolución de los cambios de uso de la tierra, la cual podría extenderse a la de otros departamentos. En 1975, el 47,9% de la superficie del departamento Moreno estaba cubierto por bosques y el 37,8% por arbustales. Para 1992, la superficie boscosa había incrementado hasta cubrir el 61% de la superficie; a

mediados de la década de 1990, el gobierno vendió tierras federales y otorgó permisos de desmonte para incentivar la agricultura y, como resultado, la superficie boscosa decreció a 43%. En este último período, el desmonte con maquinaria pesada causó la pérdida total del bosque, sin posibilidades de recuperación futura, ya que se perdieron renovales (Boletta *et al.*, 2006). La conversión de bosques a cultivos continúa hasta hoy en día, con el sistema de limpieza con topadora y fuego previo a la siembra; con pocas posibilidades de reforestación por la desaparición de porta semillas y las grandes extensiones continuas de tierras deforestadas que disminuye la probabilidad de migración de propágulos desde parches forestados.

Métodos

El área de estudio comprende 43 departamentos en el norte de la Ecorregión Chaco Seco (Fig. 1). Se construyeron mapas de cobertura de la tierra para los años 2000 y 2010 a partir de imágenes correspondientes al producto EVI (Enhanced Vegetation Index), obtenido a partir de datos del sensor MODIS-TERRA (Huete *et al.*, 2002), de 250 m de resolución. Se bajaron 12 imágenes por año, una de cada mes aproximadamente del mismo día. Adicionalmente se obtuvieron imágenes Landsat del sitio web del Instituto de Investigaciones Espaciales de Brasil (INPE, <http://www.inpe.br/>). Las imágenes Landsat incluyen una serie por año de 277/76; 227/76; 227/77; 227/78; 227/79; 228/76; 228/77; 228/78; 228/79; 228/80; 229/76; 229/77; 229/78; 229/79; 229/80; 230/76; 230/77; 230/78; 230/79. Con el programa Modis Reprojection Tool (https://lpdaac.usgs.gov/tools/modis_reprojection_tool) se abrieron los productos MODIS en su formato original HDF, se extrajo la banda EVI, se re proyectaron y se exportaron a formato TIFF. Dentro del programa ENVI se aplicó un escalar para ajustar los valores al rango -1 - 1, luego se recortó el área de estudio utilizando una máscara de área ocuñada por los departamentos estudiados. Posteriormente se construyó una imagen sintética con las 12 imágenes del período analizado. Se realizó una clasificación no supervisada de tipo ISODATA, número de clases 70 y coeficiente de convergencia 0,95. Se aplicó un filtro de mediana con ventana de 3x3 y se identificaron las clases. Las imágenes Landsat se fotointerpretaron y se usaron como apoyo a la recodificación de las clases finales, junto con datos de campo y mapas disponibles. Las clases fueron Espejos de Agua, Arbustal Abierto, Arbustal cerrado, Bosque Abierto, Bosque cerrado, Parcelas de cultivo, Pastizal, Suelo desnudo, Urbano, Vegetación herbácea inundable. Para los aná-

lisis estadísticos se agregaron los bosques cerrados con los abiertos y los arbustales cerrados con los abiertos, y no se incluyeron las categorías de cobertura que no presentaron cambios importantes entre el 2000 y el 2010. Así, quedaron: bosques, arbustales, pastizales, parcelas de cultivo y zonas urbanas.

Las áreas convertidas se digitalizaron en pantalla con las imágenes Landsat como fondo para producir un mapa de uso de la tierra con las categorías Urbano (amanzanado y periurbano), Agricultura industrial, Agricultura Rural (agricultura de subsistencia y comercial a pequeña escala) y Puestos. Los *shapes* de cada año se pasaron a formato *raster*, con las categorías parcelas de cultivo, áreas urbanas y puestos, y se superpusieron a los mapas de cobertura con la función Merge en la opción Transform Grid del ArcView.

A partir de los mapas vectoriales de cobertura y de uso de la tierra se calcularon métricas del paisaje de cada tipo de cobertura y de uso para estudiar los cambios en el período de estudio. Las métricas calculadas fueron el porcentaje de superficie del departamento ocupada por cada tipo de cobertura (PLAND); el tamaño promedio de parches en hectáreas (MPS); la densidad de parches en Nº/0,01 km² (DP) y el índice de parche máximo (LPI), que es el porcentaje de la superficie del departamento ocupado por el parche de mayor tamaño de cada tipo de cobertura. El DP y el LPI son indicadores de la fragmentación: a mayor DP y menor LPI, mayor fragmentación.

Las tasas anuales de cambio de cada tipo de cobertura y de uso se calcularon con el índice porcentual propuesto por Puyravaud (2003):

$$r = \frac{\ln \frac{A_2}{A_1}}{t_2 - t_1} * 100$$

donde *r* es la tasa porcentual de cambio; *A*₁ y *A*₂ son los valores inicial y final, respectivamente, y (*t*₂-*t*₁) es el intervalo de tiempo. Los valores positivos indican expansión y los negativos decrecimiento.

El mapa vectorial de uso se superpuso sobre el mapa vectorial de suelos de la Argentina de INTA (2013) (<http://geointa.inta.gov.ar/web/>) para identificar los tipos y condiciones del suelo de las áreas ocupadas por parcelas de cultivo. Se cuantificó el grado de superposición de parcelas y condiciones del suelo mediante tabulación cruzada en ArcView 3.3 mediante la extensión Tabulate Areas, con resolución 50 m. Las condiciones de suelo consideradas fueron subgrupo de suelos, índice de productividad cartográfica (IPc) y limitantes principales. El IPc, es un indicador de la capacidad productiva (productividad potencial) predominante en cada unidad cartográfica de suelos. Este índice tiene en cuenta el clima y variables del suelo (drenaje, profundidad, textura, salinidad, alcalinidad, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico y erosión), por lo cual es integrativo. Tiene validez dentro de una región porque se interpreta como una proporción del rendimiento máximo potencial de los cultivos más comunes adaptados a las condiciones locales, y bajo un determinado nivel de manejo. Cuánto más alto el valor de índice de productividad cartográfica, más próximo al valor potencial es la capacidad de producción agrícola de dicha unidad. La serie de valores enteros continuos representados en el mapa se clasificaron en clases: 0-30; 31-40; 41-50; 51-60; 61-70; 71-80; 81-100.

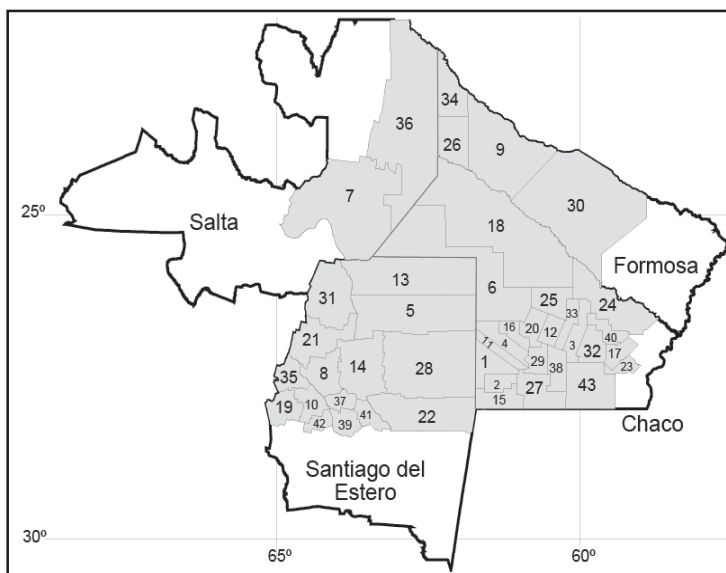


Figura 1: Área de Estudio.

Leyenda: Lista de departamentos. 1: 12 de Octubre; 2: 2 de Abril; 3: 25 de Mayo; 4: 9 de Julio; 5: Alberdi; 6: Almirante Brown; 7: Anta; 8: Banda; 9: Bermejo; 10: Capital; 11: Chacabuco; 12: Comandante Fernández; 13: Copo; 14: Figueroa; 15: Fray Justo Santa María De Oro; 16: General Belgrano; 17: General Donovan; 18: General Güemes; 19: Guasayan; 20: Independencia; 21: Jiménez; 22: Juan F. Ibarra; 23: Libertad; 24: Libertador General San Martín; 25: Maipú; 26: Matacos; 27: Mayor Luis J. Fontana; 28: Moreno; 29: O'Higgins; 30: Patiño; 31: Pellegrini; 32: Presidencia de La Plaza; 33: Quitillipi; 34: Ramón Lista; 35: Río Hondo; 36: Rivadavia; 37: Robles; 38: San Lorenzo; 39: San Martín; 40: Sargento Cabral; 41: Sarmiento; 42: Silipica; 43: Tapenaga.

Las variables sociales, que contemplaron aspectos de población, educación, bienes y servicios, vivienda, situación laboral, se obtuvieron de los censos nacionales de 2001 y 2010 (INDEC, 2001; 2010). Se exploró un gran número de variables y para los análisis posteriores se descartaron las altamente correlacionadas entre sí según la prueba no paramétrica de rangos de Spearman. Las variables exploradas fueron:

De población. Densidad de población en individuos por km² del departamento (Dpob); Población rural (en localidades rurales pequeñas) como porcentaje de población total (PobRur); Población dispersa (población distribuida en sitios de pocos habitantes) como porcentaje de población total (PobDisp); Porcentaje de población en viviendas particulares con descarga de agua (instalación sanitaria) (PobIS); Variación intercensal 2001-2010 de la población (VarRel)

De vivienda. Cantidad de viviendas en área Urbana (2000 habitantes o más) (Urb); cantidad de viviendas en áreas rurales en localidades de menos de 2000 habitantes (Rur); cantidad de viviendas dispersas en áreas rurales (RurDis). Todas estas variables se expresan como porcentaje de total de viviendas en el departamento.

De educación. Población de 10 años o más que es analfabeta expresada como porcentaje de la población total de 10 años o más (%Analf); Porcentaje de estudiantes que cursan o cursaron el nivel primario (NE-I); porcentaje de estudiantes que cursan o cursaron el nivel secundario (NE-II).

De situación laboral. Ocupado (Ocup); desocupado (Desocup); inactivo (inac); Tasa de desocupación calculada como población desocupada *100/ (población ocupada+población desocupada) (T-Des); Tasa de empleo calculada como Población ocupada/ Poblacion Total * 100 (T-Emp).

De bienes y servicios. Cantidad de hogares (hogar = grupo familiar) (Hog); hogares sin servicio de desagüe (HsDC); hogares sin agua de red (HsAR); hogares en viviendas deficitarias (rancho, casilla, pieza en inquilinato, hotel o pensión; locales no construidos para habitar) (VivDef); hogares con heladera eléctrica (Hel); hogares con teléfono de línea (Tel); hogares con computadora (Comp); hogares que usan leña o carbón como fuente de energía (Leña); hogares con al menos un indicador de NBI (NBI) (todas

estas variables se expresan como porcentaje de la cantidad total de hogares en el departamento).

Las correlaciones entre variables sociales y de paisaje se calcularon mediante la prueba bivariada de rangos de Spearman. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico INFOS-TAT (Di Rienzo *et al.*, 2014).

Para estudiar los efectos de la expansión agrícola sobre las variables sociales, se seleccionaron los departamentos ubicados en las dos franjas de avance de la frontera agrícola durante la década 2000-2010. Para los análisis posteriores con los departamentos seleccionados se eligieron las variables sociales que reflejan las diferencias campo-ciudad: Población total, población urbana, rural y dispersa, necesidades básicas insatisfechas y cantidad de viviendas en zonas rurales, urbanas y dispersas. Se parte del supuesto que si la hipótesis del desarrollo como impulsor de la transición de bosques es cierta, las condiciones en el campo y en la ciudad deben mejorar; esto es, la población rural y dispersa disminuyen, la urbana aumenta, el NBI disminuye, al igual que las viviendas deficientes.

Resultados

Los usos de la tierra

Las métricas calculadas a partir del mapa vectorial de usos de la tierra del 2000 muestran que en promedio de los 43 departamentos, el 15% del territorio departamental está ocupado por parcelas de cultivos (0 a 68,1%); el 1,22% está ocupado por peladeros correspondientes a puestos (0,09 a 3,48%); el 4,76% corresponde a parcelas rurales (0 a 19,38%) y el 2,48% a tierras urbanas (0,07 a 31,86%). Si se suman los porcentajes de los usos de la tierra se obtiene que en promedio de los 43 departamentos, el 23,73% del departamento está ocupado por tierras convertidas en tanto que el 76,27% corresponde a las coberturas naturales (Tabla 1, en Información Suplementaria)¹.

En el 2010, el promedio de la superficie cultivada en los 43 departamentos había incrementado a 23,5% (valores mínimos y máximo 0 y 80,99%); la de los puestos había disminuido a 1,16% (min=0,04; max=3,05%); el 5,35% corresponde a parcelas rurales

¹ «Las tablas listadas al final del artículo, se encuentran como Información Suplementaria, que se puede bajar de: https://www.researchgate.net/profile/Silvia_Matteucci/publications

(min=0; max=20,9%) y el 2,59% a tierras urbanas (min=0,08; max=32,63%). Esto equivale a un promedio de 32% de tierras convertidas por departamento (min=1,95; max=81,62%) en tanto que el 67,39% por departamento corresponde a las coberturas naturales (min=18,38; max=98,05%). Si bien hubo variaciones entre el 2000 y el 2010, aún era posible realizar un ordenamiento territorial ambiental que permitiera conservar coberturas naturales y sus servicios ecosistémicos y planificar actividades productivas sustentables. Los valores máximos y mínimos muestran que hay gran variación entre departamentos en el valor del porcentaje terreno dedicado a cada uso de la tierra.

Globalmente la superficie convertida en toda el área de estudio incrementó en 10 años un 40% y los cultivos industriales incrementaron poco más de 50%.

La cobertura de la tierra

Los promedios de 43 departamentos de las métricas para 2000 y 2010 muestran que el tipo de cobertura de la tierra más abundante es el de bosques, tanto en 2000 como en 2010; aunque decrece en el 2010 (Tabla 2). El porcentaje de arbustales apenas cambia en promedio, pero incrementa en 18 departamentos, disminuye en 24 y no se modifica en uno, como lo demuestra la tasa anual de cambio (r). En cuanto a los de pastizales, disminuyen considerablemente mientras que los cultivos incrementan mucho. Esto indicaría que los cultivos se expanden sobre pastizales y bosques preferentemente; sin embargo, los r muestran que los pastizales disminuyen a tasas anuales mayores que los bosques y en un mayor número de departamentos. Los cultivos incrementan en casi todos los departamentos, con tasas anuales que llegan a 22%.

El tamaño promedio de los parches de arbustales disminuye del 2000 al 2010, pero no en todos los departamentos, como se manifiesta en los valores máximo y mínimo de esta métrica. En los bosques, el tamaño medio de parches incrementa, al igual que el tamaño máximo, pero el mínimo disminuye. En los bosques la densidad de parches incrementa pero el LPI apenas disminuye; la disminución del valor mínimo indica que en algunos departamentos la fragmentación es mayor. Los pastizales muestran una disminución de la densidad de parches en el promedio, en los valores mínimos y máximos y en el LPI, indicando una marcada fragmentación de este tipo de cobertura. En cuanto a los cultivos, la DP disminuye y el LPI aumenta indicando que el crecimiento

de las parcelas produce una agregación de los parches de cultivos.

Variables Sociales

Muchas de las variables sociales están correlacionadas significativamente entre sí (Tabla 3), como por ejemplo: viviendas sin agua de red, viviendas sin instalación sanitaria y viviendas deficientes; población dispersa con viviendas deficientes; población rural con viviendas deficientes. Hogares con teléfono de línea, con computadora y con instalaciones sanitarias correlacionan positivamente entre sí y con tasa de empleo y negativamente con hogares que usan leña y carbón como fuente de energía para cocinar y hogares con al menos un indicador de NBI. Viviendas deficientes correlacionan negativamente con viviendas en áreas urbanas. Nivel de educación secundaria correlaciona positivamente con viviendas en áreas urbanas y negativamente con viviendas en áreas rurales y viviendas dispersas. Estos resultados marcan las grandes diferencias de calidad de vida en todos los aspectos, especialmente educativos, bienes y servicios, entre campo y ciudad (Tabla 3).

Cambios de coberturas de la tierra en los departamentos seleccionados

Dado que nos interesan las consecuencias de la expansión de la frontera agrícola, analizaremos los departamentos en que se ha producido el mayor avance de los cultivos entre 2000 y 2010. En la década bajo estudio, la frontera agrícola se encuentra en dos franjas hacia el Oeste y el Sudeste del área de estudio. Comprende los departamentos: Anta y Rivadavia en la provincia de Salta; Alberdi, Banda, Capital, Copo, Guasayan, Jiménez, Juan F. Ibarra, Moreno, Pellegrini, San Martín y Sarmiento en la provincia de Santiago del Estero; Bermejo y Patiño, en la provincia de Formosa; Almirante Brown, Fray Justo Santa María de Oro, Independencia, 12 de Octubre y 9 de Julio en la Provincia del Chaco (Fig. 1).

El promedio de territorio ocupado por cada uso de la tierra en el 2000 calculado para los 20 departamentos seleccionados es de 13,17% de parcelas agrícolas (min=0,18; max=54,04%), 1,42% de puestos (min=0,18; max=2,79%); 3,56 de ocupación rural (min=0,09; max=10,38%); y 1,93% urbano (min=0,18; max=21,51%). Puede llamar la atención que el promedio de parcelas agrícolas por departamento sea inferior en los seleccionados que en el total; cabe recordar que se eligieron aquellas jurisdicciones en que se produjeron cambios y no se tuvieron en cuenta aquellas que tenían en el año 2000 extensiones considerables de cultivos pero que no se

expandieron entre 2000 y 2010. En el 2010, los promedios fueron 25,79% agrícola (min=2,24; max=76,87%); 1,30% de puestos (min=0,04; max=2,66%); 4,31% rural (min=0,12; max=8,64%) y 2,09% urbano (min=0,09; max=23,16%).

En todos estos departamentos hubo expansión agrícola, la cual ocurrió a expensas del bosque o del pastizal. En los departamentos 9 de Julio, Almirante Brown, Independencia y Pellegrini se produjo un incremento del área de arbustales, probablemente a expensas de la arbustificación de pastizales, que muestran una tasa de reducción relativamente elevada (Tabla 4).

Cambios en las variables sociales en los departamentos seleccionados

En 19 de los 20 departamentos seleccionados hubo incremento de la población total, a tasas anuales de 0,26 a 1,58%; en los mismos departamentos hubo crecimiento de la población urbana (Tabla 5). La población rural incrementó en 14 de los 20 departamentos; en dos de ellos a tasas anuales muy altas. La población dispersa disminuyó en 13 departamentos. La cantidad de viviendas rurales incrementó en 13 departamentos; la de viviendas dispersas decreció en 17 departamentos y la de viviendas urbanas incrementó en 17 departamentos. La extensión de las zonas periurbanas incrementó en 13 de los 20 departamentos.

Asociaciones entre las tasas de cambio de variables naturales y sociales

Los cambios en las superficies de Arbustales y Pastizales no se asocian a ninguna de las variables sociales (Tabla 6). Las únicas correlaciones significativas se producen entre cambios de la superficie de bosque y de la población rural dispersa, la cual tiende a disminuir al decrecer la superficie de bosques. Esto es probablemente consecuencia del desplazamiento de los campesinos a medida que se produce deforestación por el avance de la frontera agrícola. La misma situación se percibe entre reducción del bosque y viviendas dispersas. Otra correlación significativa pero negativa se produce entre tasa de cambio del bosque y la de la población urbana, ya que al reducirse el área boscosa se incrementa la población urbana.

La asociación más interesante se produce entre superficie de cultivos y superficie de zona periurbana. La correlación es negativa e indica que el incremento del área de cultivo podría producir un incremento del área periurbana, ya que los valores de la tasa de cam-

bio del periurbano son positivos y negativos, indicando crecimiento en la mayoría de los departamentos y decrecimiento en unos pocos (S 5).

La Aptitud agrícola de los suelos de departamentos seleccionados

Existe la presunción de que los suelos de la Ecorregión Chaco Seco son tan aptos para la agricultura como los suelos loésicos de la Pampa Ondulada. Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre en ésta última, en el Chaco los suelos presentan muchas limitaciones.

En 12 de los departamentos, un porcentaje mayor al 60% de la superficie de las parcelas se encuentra en suelos agrícolas (Molisoles), pero algunos tienen limitaciones como un horizonte duripan dentro del primer metro de profundidad; horizonte de acumulación de sales debajo del horizonte superficial (mólico); alto contenido de sodio de intercambio (Tabla 7). En los ocho departamentos restantes las parcelas de cultivo se encuentran predominantemente en suelos poco o no aptos para la agricultura. Por ejemplo, el 87% de las parcelas agrícolas del departamento Independencia se encuentran en suelos poco desarrollados, con un epipedón pobre en materia orgánica (Inceptisoles), calcáreos a muy poca profundidad y presentan niveles de acumulación secundaria de carbonatos de calcio y magnesio. En los departamentos 9 de Julio, Bermejo y Patiño; bajo los cultivos predominan los Alfisoles, con un horizonte superficial pobre en materia orgánica, un horizonte subsuperficial de arcilla y todo el perfil con alta saturación con bases. Entre estos predominan los Natrustalfes, característicos de zonas en que las lluvias raramente penetran a través del perfil del suelo hasta capas profundas, por lo tanto sujetos a sequías periódicas; presentan un horizonte nátrico y con el horizonte calcáreo muy cerca de la superficie. En tres departamentos (Banda, Copo y Rivadavia) predominan los Molisoles en 50 a 58% de su superficie, con Alfisoles y/o Entisoles en segundo lugar.

Las limitantes principales más frecuentes son el drenaje deficiente (17 departamentos), clima (15 departamentos), erosión hídrica actual (14 departamentos), salinidad en los primeros 50 cm (13 departamentos), susceptibilidad a las inundaciones (12 departamentos) y susceptibilidad a la erosión hídrica (11 departamentos) (Tabla 8). La proporción de superficie de parcelas en condiciones de limitaciones climáticas llega a ser alta (50 a 100%, en 7 departamentos; 31 a 49% en 6 departamentos). La erosión hídrica llega a afectar desde 90 a 40% de la extensión de parcelas en 5 departamentos). Profundidad

efectiva somera; Pendientes; Pedregosidad y No apto para la agricultura se eliminan de la tabla porque afecta a pocos departamentos (2; 4; 3 y 6, respectivamente) y en extensiones muy reducidas (0,1 a 4%).

Discusión

La hipótesis del desarrollo como impulsor de la reforestación neta del bosque constituye una visión parcializada de la situación de la llanura chaqueña y especialmente de la Ecorregión Chaco Seco, ya que no tiene en cuenta los derechos de los pobladores que desde hace muchos años utilizan los recursos del bosque. Sólo plantea la necesidad de producir alimentos y conservar el bosque y esto último debiera lograrse con la emigración de los campesinos hacia las áreas urbanas, bajo el supuesto de que en las áreas urbanas ellos tendrán un mayor bienestar. No se ha pensado en las consecuencias del desarraigo y de los cambios del sistema de vida sobre la salud física y mental de las personas. Además, la emigración del campo a la ciudad, propuesta entre otras cosas como solución a la alta tasa de natalidad de la gente del campo (Grau y Aide, 2008), no ocurre con la instalación de los campesinos en el amanzanado urbano, sino en la zona periurbana, donde las condiciones de vida suelen ser peores que en el campo.

Se afirma que el impulsor primario de la expansión agrícola industrial es la demanda internacional de alimentos, debida al crecimiento poblacional y al cambio de patrón de consumo de algunos países (Grau *et al.*, 2005 y 2008; Gasparri y Grau, 2009). Si esto fuera cierto, no habría grandes cantidades de soja retenida en silos en los países productores a la espera de un mejor precio del producto. Son las grandes empresas orientadas al mercado globalizado de granos las que llevan adelante esta expansión (Gasparri y Grau, 2009), que favorece las inversiones y la rápida obtención de ganancias; sus intereses están en la obtención de las mayores ganancias posibles. Cabe señalar que las diferencias entre ricos y pobres se han ampliado y que cada año la relación numérica ricos/pobres se achica. Los beneficios de la producción industrial de alimentos (Gasparri y Grau, 2009), no llegan a los campesinos tradicionales de la región chaqueña (Krapovickas y Longhi, 2013), ni en provisión de alimentos ni en puestos de trabajo. Ya en el 2006 se decía que a pesar de los progresos recientes en investigación y gestión del espacio, el hambre y la pobreza todavía prevalecen ampliamente y los daños causados por el avance de la frontera agrícola no han cesado (Pretty *et al.*, 2006).

En el marco de la hipótesis del desarrollo como impulsor de la transición forestal, se afirma que las comunidades aborígenes y criollas hacen un uso ineficiente de la tierra. Resulta que los aborígenes han ocupado estas tierras desde el Holoceno y hace aproximadamente 7000 años que los habitantes originarios desarrollaron una cultura basada en el aprovechamiento de los recursos naturales (TNC 2005). El bosque persistió durante este tiempo y hasta el ingreso de los europeos en la región. Los criollos descienden de familias que se establecieron en los siglos 16 y 17 en las actuales provincias de Salta y Santiago del Estero (Sevini *et al.*, 2013). Estos colonizadores se afincaron y adaptaron a las condiciones locales, haciendo un uso inteligente de los recursos naturales sin desmontar. Sin embargo, las publicaciones referidas a nuestro Chaco dan pie a afirmaciones tales como «la agricultura de subsistencia es uno de los factores que contribuyen a la deforestación en América Latina» (Chowdhury y Turner, 2006; Pan *et al.*, 2007). Parece algo exagerado cuando se compara la cobertura boscosa de los sitios en que habitan los campesinos de bajos recursos con aquellas de las fronteras de avance de la agricultura industrial, al menos en nuestra área de estudio. No sólo los cambios del paisaje deben preocuparnos. Mucho más grave es la forma en que los habitantes originales son desplazados por la fuerza, con consecuencias sobre la vida, o mediante el engaño, haciéndoles firmar documentos falsos (Salamanca, 2011; Camino, 2014).

De la observación a campo surge que los bosques persisten en los sitios en que viven comunidades de campesinos que aprovechan los recursos y servicios del bosque. Un ejemplo se encuentra en el departamento Figueroa de la provincia de Santiago del Estero, donde existen varias comunidades que producen alimentos para su subsistencia y para trueque y venta en pequeñas parcelas y, como parte de sus actividades, protegen grandes espacios de bosques comunitarios (Aristide, 2014). Otros ejemplos surgen de la superposición de un mapa vectorial de puntos de colonias aborígenes (Wichi) sobre nuestro mapa de coberturas del 2010. Mediante tabulación cruzada, se deduce que una alta proporción de las colonias se encuentran asociadas a áreas naturales (34% en bosques y 23% mayormente en arbustales y humedales) y un 43% en puestos. No se pudo hacer el ejercicio con comunidades Toba y Pilagá por la dificultad de conseguir la ubicación de las colonias. En el recientemente declarado Parque Nacional El Impenetrable, las colonias aborígenes locales eran asiduos visitantes para la obtención de recursos naturales desde hace varios siglos; evidentemente

su accionar no produjo deterioros ya que esa zona es una de las mejor conservadas de la región chaqueña. Actualmente los interesados están gestionando un permiso ante las autoridades nacionales para seguir utilizando el parque como proveedor de recursos (Camino com. pers., 2014). También persisten bosques en tierras cultivadas con soja por productores medianos, que están en riesgo de desaparición, como veremos más adelante. Más que ineficientes en el uso de la tierra, estas comunidades son una garantía de la conservación del bosque y sus servicios ecosistémicos ya que, a diferencia de los urbanitas, sienten verdadero respeto por las fuentes de su supervivencia.

Es probable que algunas de las áreas naturales de bosques y arbustales, habitadas por aborígenes o criollos, hayan empezado a mostrar signos de deterioro. Sin embargo, esto no es causado por un uso ineficiente de los recursos o la tierra; el impulsor primario de esta situación es el avance de la frontera de la agricultura industrial, que desplaza de sus tierras a los habitantes originales y los obliga a concentrarse en áreas vecinas ya ocupadas por amigos o familiares. Éste no es un fenómeno desconocido para los biólogos ya que es una respuesta de la fauna nativa a los cambios del uso de la tierra, que sigue una trayectoria conocida: la fauna se concentra en áreas vecinas no modificadas, agota los recursos locales y disminuye la población hasta la extirpación local o sigue viaje a zonas más remotas, si es que existen corredores biológicos.

Otro elemento diabólico para los seguidores de la hipótesis del desarrollo son los puestos, unidades de territorio ocupados por una o pocas familias que cultivan y crían ganado menor, rodeadas por peladares causados por el ramoneo y el desmonte para uso de la madera como combustible. En varios trabajos publicados (por ej. Grau *et al.*, 2008 y los allí citados), se asigna a los puestos la capacidad de intenso deterioro de la vegetación. En nuestra área de estudio, la superficie ocupada por los peladares de los puestos ocupan en promedio (43 departamentos) sólo un 1,22% de la superficie en 2000 y 1,16% en 2010, aun cuando sus efectos se extienden en un diámetro de 5 km (Tabla 1). Al nivel del área de estudio, y si nos preocupa la deforestación, esto es insignificante comparado con las superficies de desmonte para cultivos industriales de 15,27 y 23,50% en 2000 y 2010, respectivamente (Tabla 1). Además, la actividad de los puestos no parece ser tan dañina cuando se la compara con las tareas de desmonte por rolado y siembra de pastos exóticos (Kunst *et al.*, 2012). Este proceso convierte un sistema boscoso que captura y almacena CO₂ en un sistema pastizal que es emisor

neto de este gas de invernadero; modifica el meso y microclima (situación peligrosa considerando el clima y el rol protector de la humedad y el calor del dosel boscoso) e introduce una especie exótica cuyas consecuencias sobre la biodiversidad local y otros servicios ecosistémicos es desconocida. El terreno arbustificado desmontado de esta manera no puede revertir a bosque ya que los renovales de árboles nativos son arrasados junto con los arbustos.

Según la hipótesis del desarrollo como impulsor del cambio hacia reforestación neta, la agricultura industrial debería instalarse en los mejores suelos, en los más aptos para la agricultura. Según algunos autores (Grau y Aide, 2008), en Latinoamérica se encuentran extensas llanuras con suelos fértiles y costos de producción relativamente reducidos. La segunda afirmación puede ser cierta para el Chaco Seco pero la primera, referida a los suelos no lo es, como se demostró más arriba (Tablas 7 y 8). En nuestra área de estudio, además de la limitación climática, que podría eventualmente mitigarse con riego, al menos una parte de los cultivos avanza sobre suelos con importantes limitaciones. No hay una planificación que tenga en cuenta la aptitud de los suelos; se arrasa el bosque sin prever que pasará cuando se produzca un ciclo seco ni cuáles pueden ser las consecuencias de las limitaciones.

Recientemente se realizó un estudio para comparar la producción agrícola en una localidad de la pampa ondulada (Rojas) con la de una localidad del Chaco Seco (Charata), mediante el análisis del ciclo de vida, que permite examinar el impacto ambiental total del producto a lo largo de todas las etapas de su producción (Totino, 2014 a y b). En ambos sitios los productores son medianos a pequeños. De los resultados obtenidos surge que el rendimiento de soja en Charata es inferior al de Rojas en cerca de 1 tonelada por hectárea y el costo de producción es superior por el traslado a puerto. Los productores de Charata encuentran muchas dificultades, tanto por cuestiones climáticas como comerciales, ya que los insumos son más costosos. Por esta razón no aplican fertilizantes y es de esperar que con los años los rendimientos disminuyan por el empobrecimiento de los suelos. En los años secos, como 2008 y 2009, quedan con deudas y pueden perder el campo en dos años. A pesar de todas estas dificultades, deben pagar los mismos montos por las retenciones a las exportaciones que los productores de la llanura pampeana. Los productores están preocupados porque son acosados por los 'pools' de siembra que se aprovechan de su vulnerabilidad. Afirman que las políticas del Estado están poniendo en riesgo su estabilidad y también la calidad del suelo; si se dejara libre de retenciones al

sorgo y el maíz, se cultivarían estas especies en vez de soja y se protegería la fertilidad del suelo. Su preocupación se extiende a toda la comunidad ya que si desaparecen los productores pequeños se pierden puestos de trabajo de obreros, transportistas, etc., que no son requeridos por los grandes productores industriales. En este estudio (Totino, 2014 a) se ponen de manifiesto dos factores de riesgo en la llanura chaqueña: 1) el agotamiento de la fertilidad de los suelos y 2) la vulnerabilidad de los productores chicos, que entre otras cosas tienen sus campos rodeados de bosque, frente a la agricultura industrial, que en general no respeta el requerimiento de bordes boscosos alrededor de las parcelas, tal como se ve en el incremento del tamaño medio de los parches de cultivos (Tabla 2). La agroindustria avanza no sólo sobre las comunidades de campesinos sino también sobre la producción mediana no industrial.

La necesidad de preservar el bosque en el Chaco Seco, por los servicios ecosistémicos que brinda, en especial en cuanto su capacidad de atemperar el clima cálido y generar un mesoclima menos seco debajo del dosel, es incuestionable. En un interesante estudio reciente (Baldi *et al.*, 2014) se comprobó, que si bien la producción primaria no difiere mucho entre los campos sometidos a agricultura industrial y aquellos ocupados por campesinos de bajos recursos, se presentan diferencias notables en cuanto a la estacionalidad de la cobertura verde. Los grandes productores de soja apuntan a lograr grandes ganancias y ajustan el cronograma de siembra y cosecha en consistencia con señales climáticas y del mercado concentrando el ciclo de cultivo en un intervalo reducido de tiempo. En consecuencia, el ciclo crecimiento-senescencia es rápido y entre ciclo y ciclo existe un amplio intervalo con escasa productividad primaria; así, el campo permanece sin vegetación o con escasa cobertura de malezas (Baldi *et al.*, 2014). Las comunidades de menores recursos se manejan según los requerimientos del mercado local, por lo

cual mantienen una gran diversidad de cultivos en parcelas pequeñas y alternando en el espacio la cría de ganado con los cultivos. La diversidad de cultivos se da en el tiempo (diversas especies cultivadas en un mismo año) y en el espacio (varias parcelas con diferentes especies en una unidad de producción). Esto hace que los campos permanezcan verdes por más tiempo. Los autores advierten acerca de las posibles consecuencias de mantener los campos en barbecho durante períodos largos, en un clima semiárido y una topografía plana ya que el drenaje profundo y la dinámica de las napas de agua podrían alterarse. La producción concentrada en períodos cortos de tiempo podría producir impactos negativos, como inundaciones y salinización del suelo. Otra consecuencia de esta estrategia productiva de desmonte, cultivo y barbechos la sufren los productores medianos de Charata (Totino, 2014 a). Se trata del gran crecimiento poblacional de las palomas, que producen grandes pérdidas en las cosechas. Aunque no hay un estudio acerca de las causas de este fenómeno, la hipótesis más factible es que, al haberse producido el desmonte, las palomas, que anidaban en los árboles y se alimentaban en los bosques, se instalaron en los campos, donde hay alimento durante todo el año ya que durante el barbecho abundan las semillas en el suelo.

Quedan muchas preguntas por responder. Dos que estimo fundamentales son: 1) ¿Cuál es el umbral mínimo de cobertura del dosel del bosque y área deforestada por encima del cual se produce la desertificación? 2) ¿Cuáles podrían ser las consecuencias de la expansión de los cultivos en el Chaco Seco sobre la excepcional fuente de agua dulce que es el acuífero Guaraní, ya que según recientes estudios su límite occidental llega a las lomadas de Otumpa, cercanas al límite entre las provincias de Chaco y Santiago del Estero (Rosello y Veroslavsky, 2012)?

Bibliografía citada

- ADAMOLI, J.; E. SENNAUSER; J.M. ACERO and A. RESCIA. 1990. Stress and Disturbance: Vegetation Dynamics in the Dry Chaco Region of Argentina. *Journal of Biogeography* 17(4/5): 491-500
- AIDE, T. M. y H.R. GRAU. 2004. Globalization, migration and Latin American ecosystems. *Science* 305: 1915-1916.
- ARÍSTIDE, P. 2014. Apropiación de la naturaleza en agroecosistemas y bosques del Chaco semiárido (Santiago del Estero, Argentina). Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- BALDI, G.; J. HOUSPANOSSIAN; F. MURRAY; A.A. ROSALES; C.V. RUEDA and E.G. JOBBÁGY. 2014. Cultivating the dry forests of South America: Diversity of land users and imprints on ecosystem functioning. *Journal of Arid Environments*. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.05.027>.

- BOLETTA, P.E. 2001. Utilización de información agrometeorológica y satelital para la evaluación de la desertificación en el Chaco Seco, Departamento Moreno, Santiago del Estero. Tesis de Maestría, Univ. Nac. de Córdoba, Argentina.
- 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.
- CHOWDHURY, R.R. and B.L. TURNER II. 2006. Reconciling Agency and Structure in Empirical Analysis: Smallholder Land Use in the Southern Yucatán, Mexico. *Annals of the Association of American Geographers* 96(2): 302-322.
- DI RIENZO, J.; M. BALZARINI; F. CASANOVES; L. GONZÁLEZ y M. TABLADA. 2014. Software INFOSTAT, Universidad Nacional de Córdoba (<http://www.infostat.com.ar/>)
- GASPARRI, N.I. and H.R. GRAU. 2009. Deforestation and fragmentation of Chaco dry forest in NW Argentina (1972–2007). *Forest Ecology and Management* 258: 913-921.
- GRAU, H.R. and M. AIDE. 2008. Globalization and land-use transitions in Latin America. *Ecology and Society* 13 (2): 16. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art16/>
- GRAU, H.R.; T.M. AIDE and N.I. GASPARRI. 2005. Globalization and Soybean Expansion into Semiarid Ecosystems of Argentina. *Ambio* 34(3): 267-268.
- GRAU, R.H.; I. GASPARRI and T.M. AIDE. 2008. Balancing food production and nature conservation in the Neotropical dry forests of northern Argentina. *Global Change Biology* 14: 985-997.
- GREEN, R.; S. CORNELL; J. SCHARLEMANN and A. BALMFORD. 2005. A Farming and the fate of wild nature. *Science* 307: 550-555.
- INDEC. 2001. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas. Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina. http://www.indec.gov.ar/micro_sitios/webcenso/
- INDEC. 2010. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas. Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina. <http://www.indec.mecon.ar/>
- INTA. 2013. Suelos de la República Argentina, versión 9. SAGyP – INTA – Proyecto PNUD ARG/85/019. Con la participación del Instituto de Suelos y EEAs del INTA. <http://geointa.inta.gov.ar/web/>
- KRAPOVICKAS, J. y F. LONGHI. 2013. Pobrezas, ruralidades y campesinos en el Chaco Argentino a comienzos del siglo XXI. *Estudios Rurales* N°4: 38-76.
- KUNST, C.; R. LEDESMA; S. BRAVO; A. ALBANESI; A. ANRIQUEZ; H. VAN MEER and J. GODOYA. 2012. Disrupting woody steady states in the Chaco region (Argentina): Responses to combined disturbance treatments. *Ecological Engineering* 42: 42-53.
- LEDESMA, N.R. 1990. Caracteres de la semiaridez en el Chaco Seco. 21-32. <http://nrledesma.blogspot.com.ar/2009/07/caracteres-de-la-semiaridez->
- MORELLO, J.; W. PENGUE y A. RODRIGUEZ. 2007. Un siglo de cambios de diseño del paisaje: El chaco argentino. En: S.D. Matteucci (ed) Panorama de la ecología de paisajes en Argentina y países Sudamericanos. GEPAMA, INTA. Pp.: 19-51.
- PAN, W.; D. CARR; A. BARBIERI; R. BILSBORROW and C. SUCHINDRAN. 2007. Forest clearing in the Ecuadorian Amazon: A study of patterns over space and time. *Population Research and Policy Review* 26(5-6): 635-659.
- PRETTY, J.N.; A.D. NOBLE; D. BOSSIO; J. DIXON; R.E. HINE; F.W.T. PENNING DE VRIES and J.I.L. MORRISON. 2006. Resource-Conserving Agriculture Increases Yields in Developing Countries. *Environmental Science & Technology* 40(4): 1114-1119.
- PUYRAVAUD, J.P. 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management* 177: 593-596.
- ROSSELLO, E.A y G. VEROSLAVSKY. 2012. Definición del límite occidental del Sistema Acuífero Guaraní (Gran Chaco, Argentina): ¿técnico o convencional? *Boletín Geológico y Minero* 123(3): 297-310.
- SALAMANCA, C. 2011. Movilizaciones indígenas, mapas e historias por la propiedad de la tierra en el Chaco Argentino. Las luchas de las familias Tobas por PoxoyaxaicAlhua. Ennio Ayosa Impresores, Buenos Aires.
- SEVINI, F.; D.Y. YAO; L. LOMARTIRE; A. BARBIERI and D. VIANELLO, et al. (2013). Analysis of Population Substructure in Two Sympatric Populations of Gran Chaco, Argentina. *PLoS ONE* 8(5): e64054. doi:10.1371/journal.pone.0064054.
- TNC. 2005. Evaluación Ecorregional del Gran Chaco Americano. Informe técnico. The Nature Conservancy, Fundación Vida Silvestre Argentina, Fundación para el Desarrollo Sustentable del Chaco y Wildlife Conservation Society de Bolivia.
- TOTINO, M. 2014a. Utilización de indicadores biofísicos para el estudio de la sustentabilidad socioambiental en la planicie Chaco Pampeana. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- TOTINO, M. 2014b. Síntesis emergética como herramienta de comparación de dos sistemas de producción agrícola. Manuscrito enviado a publicación.
- WRIGHT, S.J. & MULLER-LANDAU. 2006. The future of tropical forest species. *Biotropica* 38: 287-301.