

CAMBIOS DE USOS DEL SUELO EN EL SEMIÁRIDO TUCUMANO – SANTIAGUEÑO Y SU RELACIÓN CON LAS LEYES DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

David Alfredo Montenegro

Departamento de Geografía e Instituto de Estudios Geográficos “Guillermo Röhmeder”. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional de Tucumán.

david.montenegro@filo.unt.edu.ar

RESUMEN

Los cambios producidos desde finales de la década de 1960 en el chaco semiárido condujeron a transformaciones territoriales a causa de la expansión de la frontera agrícola. Un ciclo climático húmedo, el bajo valor de las tierras y el aumento de los precios de los granos en el mercado mundial fueron factores determinantes para la existencia de este modelo extractivista que se tradujo en el retroceso del bosque nativo por la falta de una normativa que lo regule. A partir del año 2008, con la implementación de la Ley N° 26.331 las actividades extractivas empezaron a ser controladas para reducir el impacto sobre el remanente natural.

El objetivo de este trabajo consiste en analizar los cambios de uso del suelo en el período 2001 – 2017 y compararlo con la implementación de la normativa ambiental de las provincias de Tucumán y Santiago del Estero, con el propósito de evaluar si efectivamente se redujo la deforestación en el área de estudio. Para ello se utilizarán las herramientas provistas por la Teledetección y los SIG, a fin de generar cartografía temática que represente este análisis.

PALABRAS CLAVE

Teledetección, Deforestación, Ley de bosques

1. INTRODUCCIÓN

Los cambios producidos desde finales de la década de 1960 en el chaco semiárido condujeron a transformaciones territoriales a causa de la expansión de la frontera agrícola en el norte de Argentina. Un ciclo climático más húmedo, el intento de reconversión de algunas economías regionales, el aumento del precio de los granos y el bajo valor de las tierras agrícolas, fueron factores determinantes para la existencia de este modelo extractivista que se tradujo en el retroceso del bosque nativo por la falta de una normativa que lo regule (Madariaga, 1998; Giarraca y Teubal, 2010).

Vastos sectores de la llanura ubicados al este de la provincia de Tucumán y en los márgenes oriental y occidental de Santiago del Estero, ocupados en su mayor parte por vegetación natural, fueron alcanzados por ese proceso de transformación.

La región semiárida que abarca el Este de Tucumán y la provincia de Santiago del Estero fue identificada por Reboratti (1992) como “Umbral al Chaco”. La misma fue una de las zonas donde se produjeron importantes cambios a causa de este fenómeno (cf. Rivas y Rodríguez, 2009; Giarracca y Teubal, 2010; Rivas, 2013).

Este proceso de agriculturización generó como consecuencia un intenso proceso de deforestación, asociado al avance de la frontera agropecuaria. Tal avance no fue impulsado por la población rural local, sino que fue resultado de la expansión de empresas agrícolas extra-regionales, dedicadas a la producción de commodities, principalmente soja (Paolasso y Krapovickas, 2013).

A partir del año 2008, con la implementación de la Ley Nº 26.331 las actividades extractivas empezaron a ser controladas para reducir el impacto sobre el remanente natural. Sin embargo, a pesar de haberse reducido las tasas de deforestación que se mantenían hasta entonces, esta actividad no se redujo completamente.

El objetivo de este trabajo consiste en analizar los cambios de uso del suelo en el período 2001 – 2017 y compararlo con la implementación de la normativa ambiental de las provincias de Tucumán y Santiago del Estero, con el propósito de evaluar si efectivamente se redujo la deforestación en el área de estudio. Para ello se utilizarán las herramientas provistas por la Teledetección y los SIG, a fin de generar cartografía temática que represente este análisis.

1.1. Área de Estudio

El área de estudio comprende los departamentos Burruyacu, en la provincia de Tucumán; y los departamentos Pellegrini y Jiménez, en Santiago del Estero. Este espacio, denominado “Umbral al Chaco” por Reboratti (1992) comprende el espacio entre las sierras subandinas y la planicie chaqueña y presenta como tal una zona de transición entre las condiciones agroclimáticas semihúmedas del Oeste y las semiáridas del Este o, lo que es igual, entre la selva montana y el bosque chaqueño (Reboratti, 1992; 1996a: 155; Prudkin, citado por Audero y León, 1996: 149).

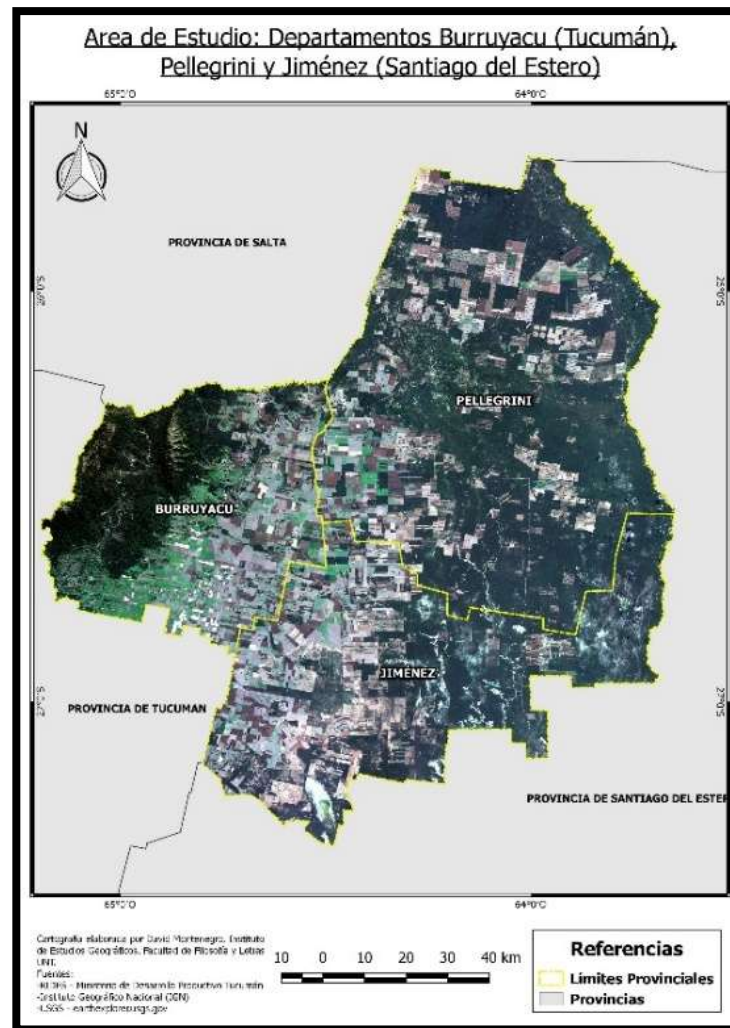


Figura 1: Área de estudio. Elaboración propia.

2. NORMATIVA AMBIENTAL EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

El primer antecedente en cuanto a normativa ambiental es el artículo N°41 de la Constitución Nacional Argentina, reformada en el año 1994. Como se analiza en el Informe del Estado del Ambiente 2012 (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2012), este artículo en su primer párrafo consagra el derecho a un ambiente “sano, equilibrado y apto para el desarrollo humano”, imponiendo como contrapartida un deber de parte de la ciudadanía a preservar este ambiente. La segunda parte, “para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras”, claramente hace referencia al desarrollo sustentable y la necesidad de conservar el medio ambiente para las generaciones futuras. Finalmente, la tercera parte del artículo: “Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquellas alteren las jurisdicciones locales” (Constitución Nacional Argentina, 1994), establece las responsabilidades del Estado Nacional, en su deber de destinar los presupuestos mínimos para la creación de leyes de protección ambiental. Y de cada una de las provincias, las cuales deben comprometerse a adherir a las mismas y hacerlas cumplir dentro de sus respectivas jurisdicciones.

A pesar de existir en la Constitución Nacional Argentina un artículo referido a la protección del medio ambiente, era necesaria la creación de una normativa ambiental general. En el año 2002 se sanciona la Ley General del Ambiente, N.º 25.675, la cual establece los objetivos, los principios de la política ambiental nacional y los instrumentos de la política y la gestión ambiental. Se trata de la ley marco que articula todo el sistema regulatorio de presupuestos mínimos de protección ambiental. Determina los instrumentos de la política y la gestión ambiental, como el ordenamiento ambiental del territorio, la evaluación de impacto ambiental, el sistema de control sobre el desarrollo de las actividades antrópicas, la educación ambiental, el sistema de diagnóstico e información ambiental y el régimen económico de promoción del desarrollo sustentable.

A partir de la Ley General del Ambiente (2002) surgen numerosas normas de presupuestos mínimos de protección ambiental (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2012). Una de ellas se sanciona en el año 2007, la Ley N.º 26.331 de “Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos”, promulgada en el año 2008. La misma “establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los bosques nativos, y de los servicios ambientales que éstos brindan a la sociedad”. (Ley N.º 26.331, 2007).

La principal razón por la cual se sanciona la Ley 26.331 es la importante reducción espacial de los bosques nativos de la Argentina, debido a diversas causas, entre las cuales la más importante es el avance de la frontera agropecuaria. En este sentido, en el Informe del Estado del Ambiente 2016 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2016) se menciona que el avance de la frontera agropecuaria es atribuible en gran medida a la expansión del cultivo de la soja, a causa de sus elevados precios internacionales y a la incorporación de nuevos países a la demanda. Además del avance de la frontera agropecuaria, coexisten otros factores de impacto sobre los bosques nativos como la ganadería, la extracción de madera, los incendios forestales y el incremento de la urbanización.

La presión ejercida por los procesos descritos anteriormente lleva a un deterioro del estado de los bosques nativos que se evidencia a través de la deforestación, con la consecuente reducción de su superficie, su degradación y fragmentación.

Se entiende por deforestación a la pérdida de bosque nativo debido usualmente al cambio en el uso del suelo. El porcentaje de la superficie del país cubierto con bosque nativo (tierras forestales) era de 11,26 % en 1998 y bajó al 9,77 % en 2015. En términos de área absoluta, Argentina pasó de contar con 31,4 millones de ha en 1998, a 27,3 millones de ha en 2015. Esto representa una disminución de 4.150.000 ha, a una tasa anual de deforestación de 0,83 %. (cf. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2016: 165).

Desde el punto de vista de la tasa de conversión de tierras forestales a otros usos, se observa a escala subnacional una marcada disparidad entre las provincias, registrándose en Santiago del Estero, Salta, Chaco y Formosa las mayores tasas de deforestación (Óp. Cit., 2016).

En un nivel de análisis regional, se percibe una desaceleración a partir de 2007, año en que se promulgó la Ley N.º 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos. El período de mayor tasa (2006-2007) fue el previo al del año de promulgación de esta ley. Este comportamiento se atribuye a la

deforestación intensificada con anterioridad a la promulgación de la norma y el establecimiento de sus restricciones (Ibidem).

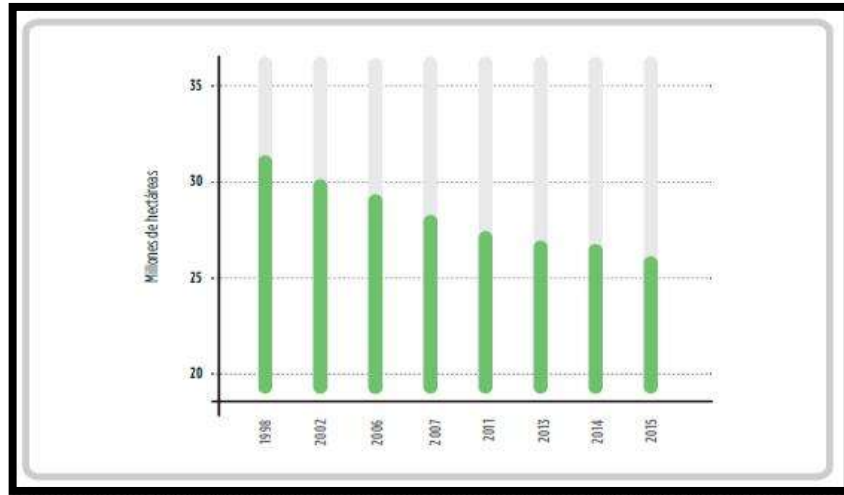


Figura 2: Evolución del área con bosque nativo (tierras forestales). Fuente: Informe del Estado del Ambiente 2016 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2016: 165).

Los bosques nativos de Argentina fueron sometidos a severos procesos de degradación, hecho que favorece a la pérdida de biomasa y deriva en el empobrecimiento biológico que compromete su capacidad de proporcionar bienes y servicios. Las regiones forestales más afectadas por degradación son el parque chaqueño y las yungas (Op. cit., 2016). Los procesos de degradación han favorecido la pérdida de biomasa, generando bosques empobrecidos.

Se entiende por fragmentación la subdivisión de una superficie forestal en varias áreas de menor extensión por la eliminación parcial del bosque. Ello lleva a la modificación de la estructura natural del paisaje, con pérdida de continuidad espacial de los ambientes. En este sentido, Reboratti (2008) sostiene que, en algunos casos, y el bosque chaqueño de la Argentina es uno de ellos, se puede pensar que degradación, fragmentación y deforestación son pasos sucesivos en el proceso de desaparición final del bosque (cf. Reboratti, 2008).

2.1. Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos

Uno de los instrumentos más importantes y representativos de la ley es el Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBN), definido como "la norma que zonifica territorialmente el área de bosques nativos existentes en cada jurisdicción de acuerdo a las diferentes categorías de conservación basada en los criterios de sostenibilidad ambiental": Categoría I, áreas de muy alto valor de conservación que deben mantenerse como bosques, Categoría II, áreas de valor medio a alto de conservación, donde el aprovechamiento es posible pero no el desmonte y Categoría III, área de bajo valor de conservación que pueden ser transformadas en su totalidad (Ley 26.331, 2007; citado por Aguiar et al, 2018). Además, cada jurisdicción deberá revisar y actualizar periódicamente el OTBN en su territorio (cf. Ley Nº 26.331, 2007).

Las provincias estudiadas adhirieron a la ley nacional en momentos diferentes. La provincia de Santiago del Estero sancionó la Ley Provincial Nº 6942 en el año 2009,

pero, la provincia de Tucumán sancionó la Ley Provincial N° 8304 recién en el año 2010.

El OTBN de Santiago del Estero se realizó tomando en cuenta patrones climáticos, características de los suelos y un análisis histórico de los usos del suelo realizado mediante el análisis e interpretación de imágenes satelitales Landsat 5 TM desde el año 1990 y de forma ininterrumpida desde el año 1999 al 2007. Una vez definidas las categorías de conservación, a las que se agregaron la ubicación de las comunidades originarias, se realizó la cartografía oficial.

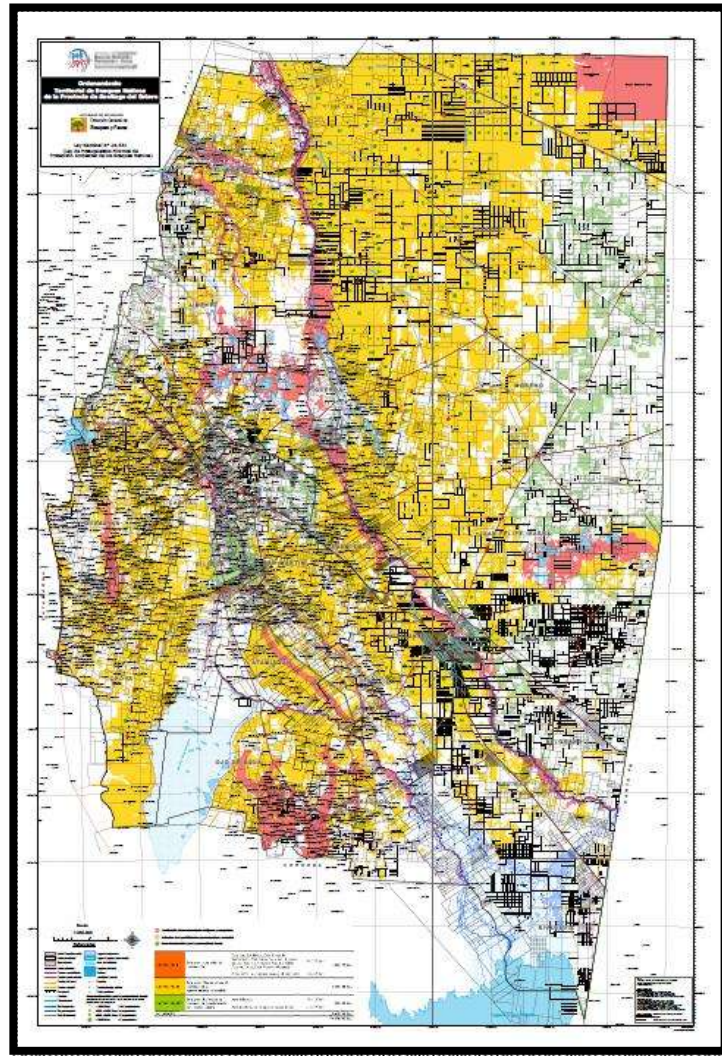


Figura 3: Mapa de OTBN de Santiago del Estero. Fuente: Ley Provincial N° 6942, 2009.

Además de las categorías normalizadas por la ley, en la provincia de Tucumán se generaron dos categorías complementarias relacionadas con las Zonas de Integración Territorial de los Bosques Nativos, generando las categorías Marrón Oscuro y Marrón Claro en el soporte cartográfico. La categoría de Mayor Integración Territorial (Marrón Oscuro) corresponde a las zonas adyacentes a las categorías I (Rojo) y II (Amarillo). Mientras que la categoría de Menor Integración Territorial (Marrón Claro), corresponde a las zonas adyacentes a la categoría III (Verde). Las mismas son definidas en el artículo 2º como “los sectores adyacentes a los Bosques Nativos que por su ubicación y funcionalidad socio ambiental actúan o deben actuar como áreas de

amortiguación de los mismos” (Ley Nº 8304, 2010). Sin embargo, en el artículo 6º de dicha ley se aclara que las prohibiciones y restricciones que se aplican a las categorías I, II y III, no son aplicables a las categorías complementarias, excepto que se disponga lo contrario vía reglamentación. Considerando lo expresado por este artículo resulta interesante cuestionarse el verdadero sentido de las categorías complementarias, ya que, si no tienen ningún tipo de restricción o prohibición ¿hasta qué punto se puede asegurar que cumplen su función como áreas de amortiguación a los bosques nativos?

Es importante destacar que la ley 8304 incorpora como criterio la pendiente, expresando que en pendientes superiores al 10% no podrá autorizarse actividades agrícolas.

Finalmente, a diferencia de Santiago del Estero, la provincia de Tucumán no especifica la metodología utilizada en la elaboración de la cartografía oficial.

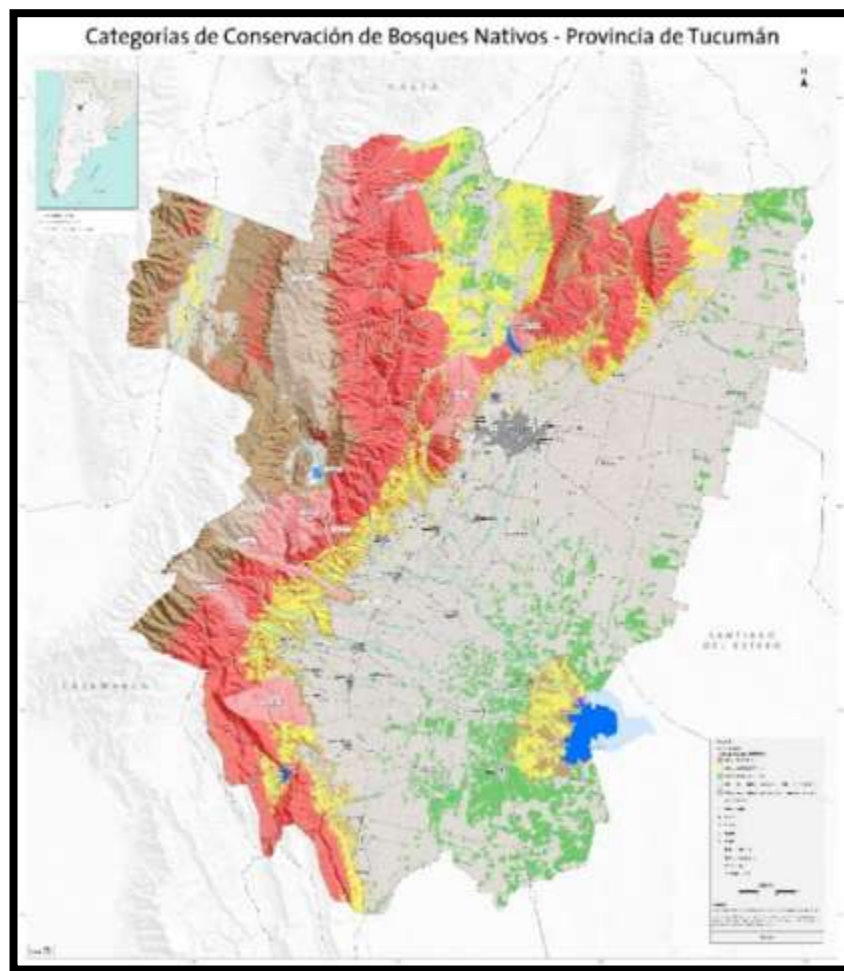


Figura 4: Mapa de OTBN de Tucumán. Fuente: Ley Provincial Nº 8304, 2010.

Considerando el hecho de que las provincias mencionadas utilizaron criterios y metodologías diferentes, resulta dificultoso poder relacionar ambas normativas en el área de estudio. A continuación, se muestra un mapa de los departamentos seleccionados, superponiendo las categorías de OTBN (Figura 5).

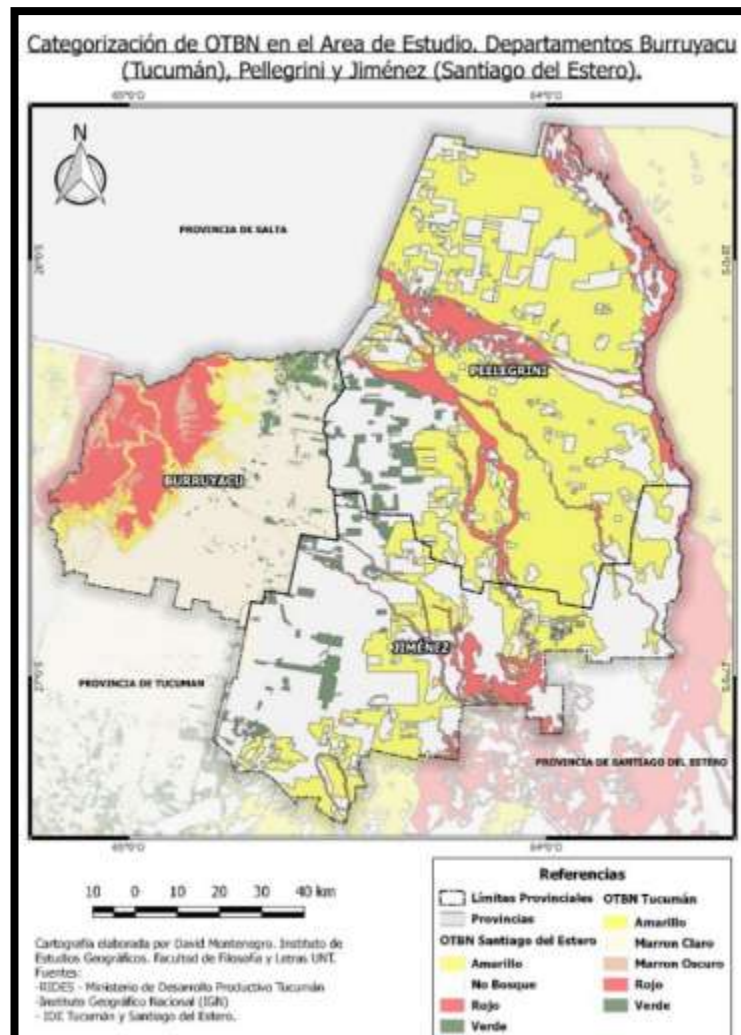


Figura 5: Mapa de OTBN del área de estudio. Elaboración propia.

3. METODOLOGÍA

El análisis de los cambios de usos del suelo se realizó mediante la evaluación multitemporal de imágenes satelitales LandSat, las cuales se obtuvieron del sitio web “Land Viewer – Earth Observation System” (<https://eos.com/landviewer/>) y del sitio “Earth Explorer” (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) perteneciente al Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Las características de las imágenes se describen en la siguiente tabla:

Satélite/Sensor	Path/Row	Fecha de Adquisición
LandSat 7 ETM+	230/078-079	09/02/2001
LandSat 5 TM	230/078-079	05/02/2008
LandSat 8 OLI	230/078-079	28/01/2017

Dichas imágenes fueron procesadas y luego clasificadas utilizando el complemento Semi-automatic classification plugin (Congedo, 2016) del software de código abierto Qgis. Dicha metodología se realizó en distintas etapas:

3.1. Preprocesamiento

Se realizó la corrección atmosférica de cada imagen, transformando los valores digitales a reflectancia. A continuación, se realizaron los mosaicos correspondientes al área de estudio, para ello se unieron las imágenes identificadas con Path y Row 230/078 y 230/079. Luego, se recortaron los mosaicos de imágenes tomando como capa de corte los límites de los departamentos seleccionados utilizando para ello una capa vectorial en formato Shapefile.

Finalmente, se realizó la composición de bandas (layer stack) generando imágenes multispectrales de 6 bandas, con el fin de recolectar las firmas espectrales de los elementos a clasificar.

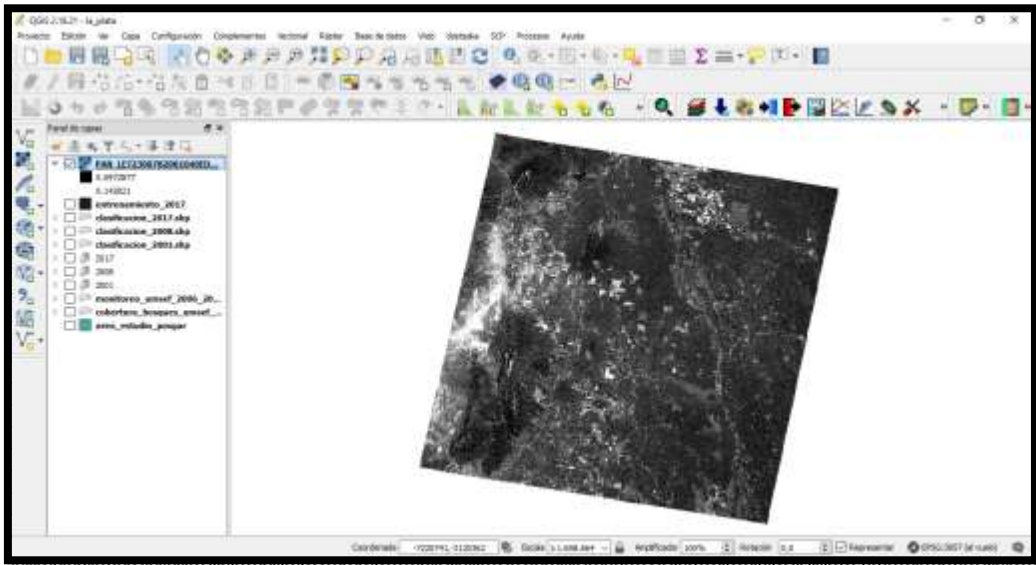


Figura 6: Vista previa de imagen corregida atmosféricamente. Elaboración propia.

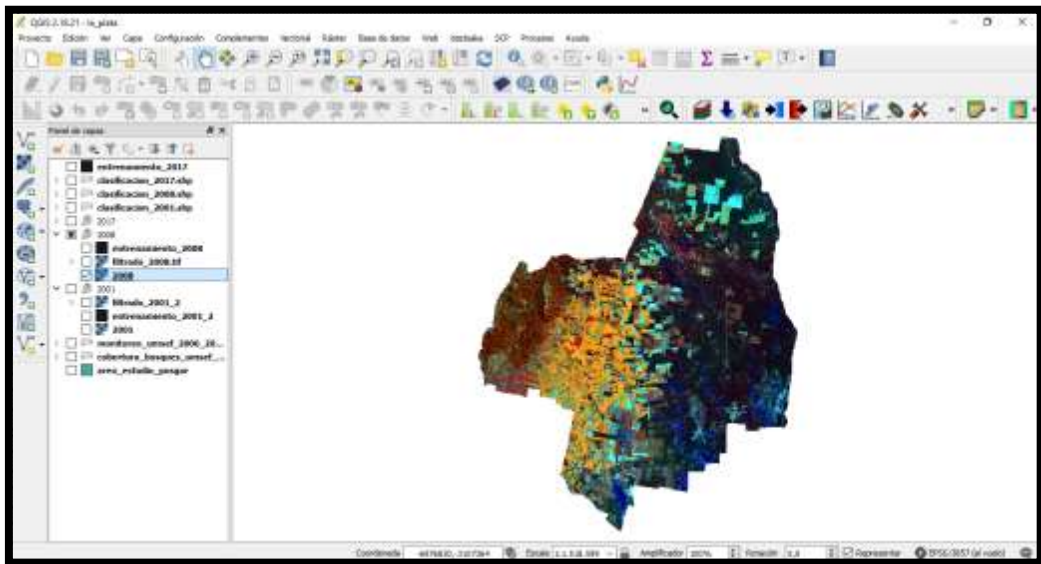


Figura 7: Vista previa de imagen multispectral en falso color. Elaboración propia.

3.2. Procesamiento de imágenes

Se realizó una clasificación supervisada, tomando áreas de entrenamiento para las clases definidas por Di Gregorio (2005). Se eligieron 5 clases: monte, cultivos, suelo desnudo, área urbana y cuerpos de agua. Luego se identificaron los elementos presentes en la imagen cambiando las combinaciones de bandas para asignar firmas espectrales a cada una de las clases. Mediante este procedimiento se obtuvo la imagen resultante.

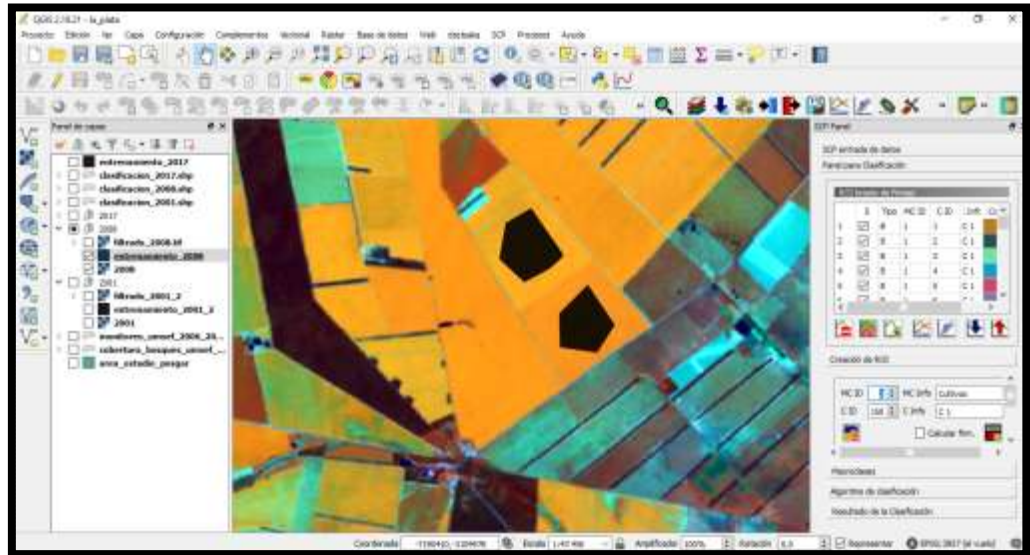


Figura 8: Área de entrenamiento de firma espectral sobre imagen satelital. Elaboración propia.

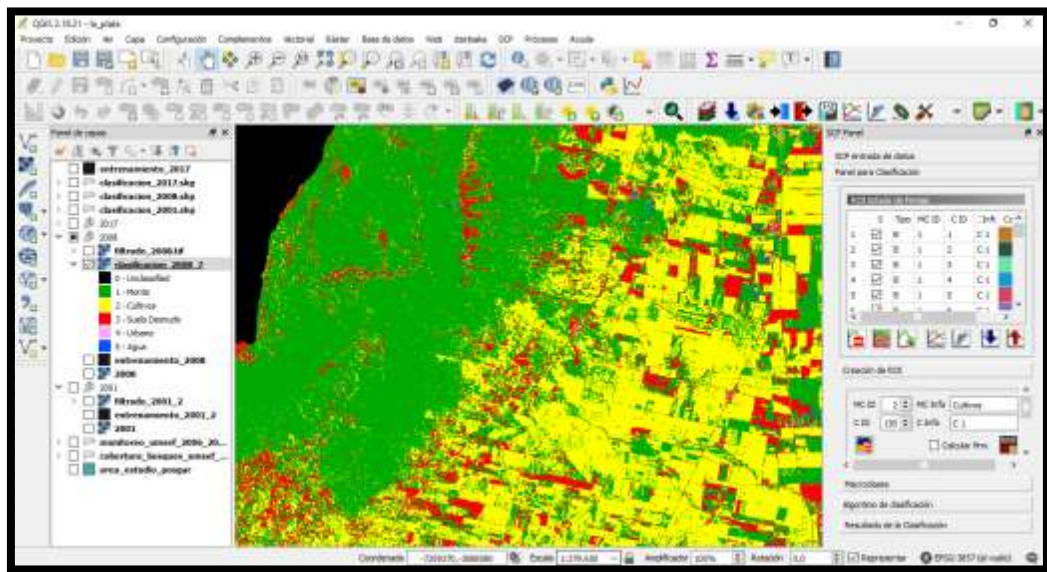


Figura 9: Imagen clasificada resultante. Elaboración propia.

3.3. Posprocesamiento

La imagen clasificada resultante del punto anterior debe ser posprocesada con el fin de corregir algunos errores propios de la clasificación. Para ello se realiza un filtrado de la clasificación, de manera que los píxeles que puedan haber sido mal clasificados, se

calculen nuevamente. Finalmente, la clasificación es vectorizada y transformada a formato shapefile para realizar un análisis más profundo y generar finalmente cartografía temática.

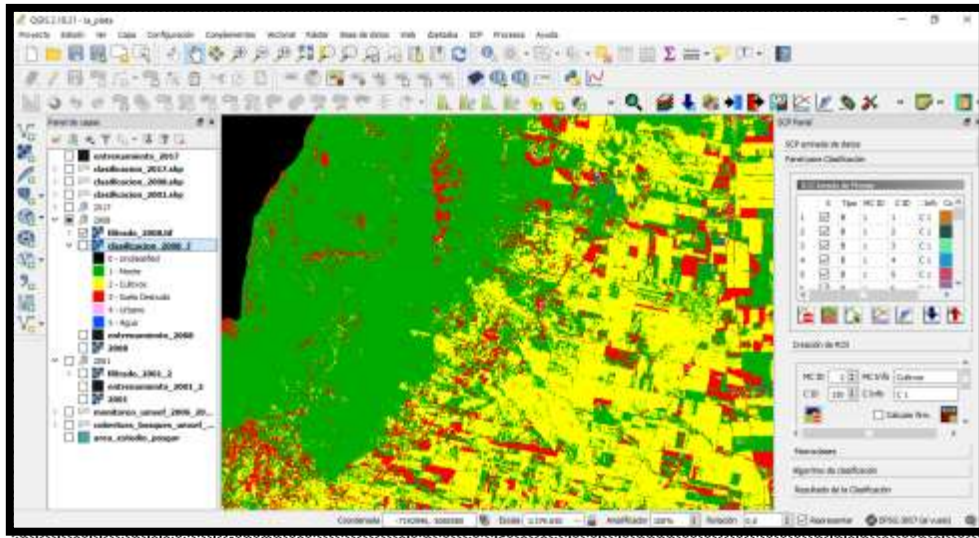


Figura 10: Imagen filtrada. Elaboración propia.

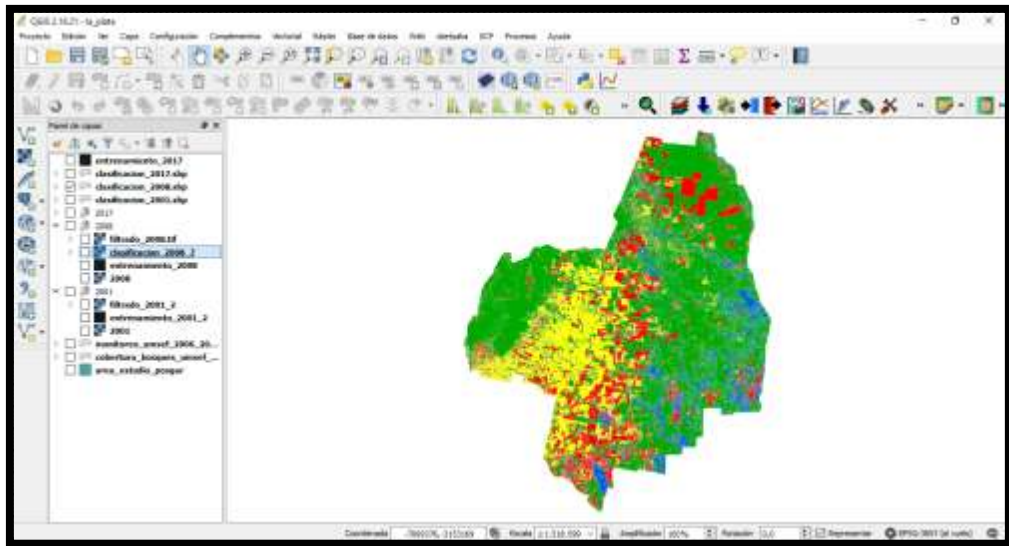


Figura 11: Vectorización de clasificación supervisada. Elaboración propia.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del procesamiento de las imágenes satelitales de los de los departamentos Burreyacu, Pellegrini y Jiménez, se elaboraron mapas de uso del suelo para los años 2001, 2008 y 2017. De esta manera es posible analizar y evaluar los cambios en los últimos 16 años, teniendo en cuenta que desde el año 2008 rige una ley de protección de bosques nativos que intenta regular dichos cambios protegiendo las áreas boscosas nativas.

En la figura 12 se observa la superficie con vegetación natural (monte) obtenida mediante el análisis de imágenes satelitales para los años 2001, 2008 y 2017. En la figura 13 se observa la superficie deforestada en hectáreas en los períodos 2001 –

2008 (aproximadamente 177.934,32 ha) y 2008 – 2017 (aproximadamente 86.043,51 ha). En este sentido, el promedio para ambos períodos es de 25.419,19 ha por año entre 2001 y 2008, mientras que entre 2008 y 2017 el promedio es de 9.560,39 ha por año. Claramente se observa una reducción en las tasas de deforestación a partir de la sanción de la ley N° 26.331 y las respectivas normativas de OTBN.

Es importante considerar que este análisis se realizó sobre el área de los tres departamentos estudiados, por lo que en este trabajo no se analizó el comportamiento de cada uno de ellos de forma particular.

En las figuras 14 a 16 se presentan los mapas resultantes de uso del suelo. En ellos puede observarse claramente que la superficie ocupada por la vegetación natural (monte) fue reduciéndose en el período estudiado, como lo indicábamos anteriormente.

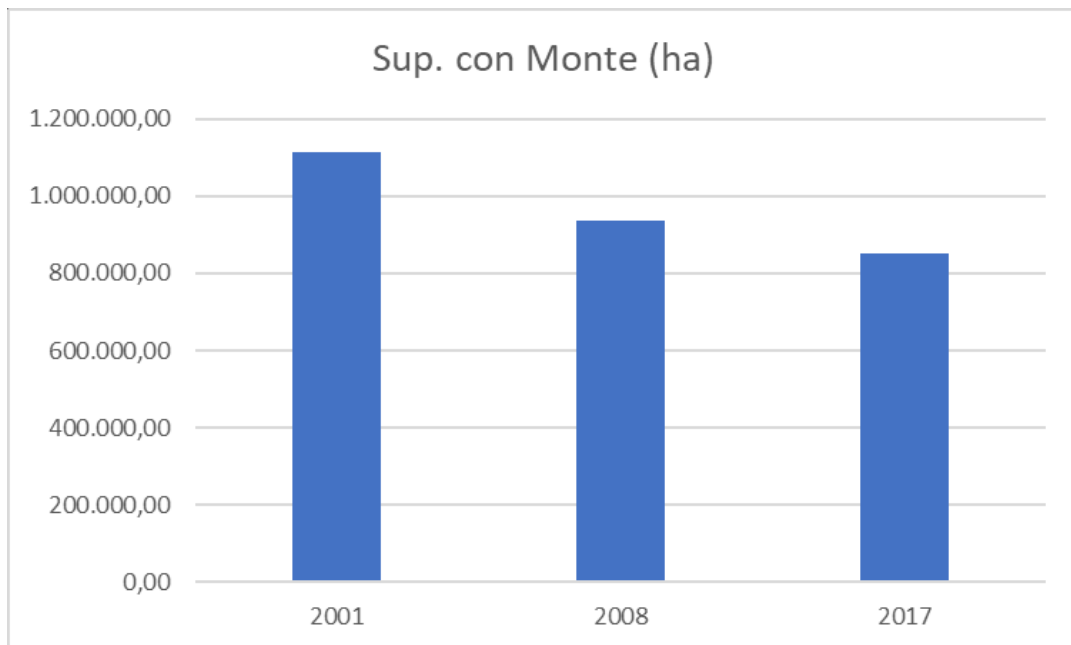


Figura 12: Superficie con vegetación natural (monte) obtenida de las clasificaciones supervisadas para los años 2001, 2008 y 2017. Elaboración propia.

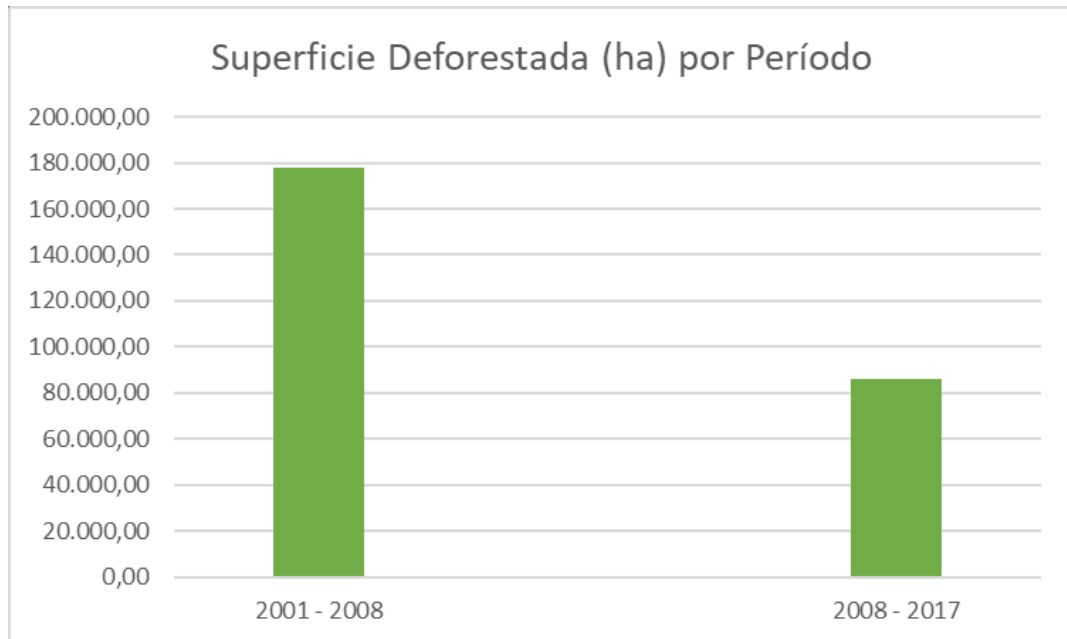


Figura 13: Superficie deforestada por período. Elaboración propia.

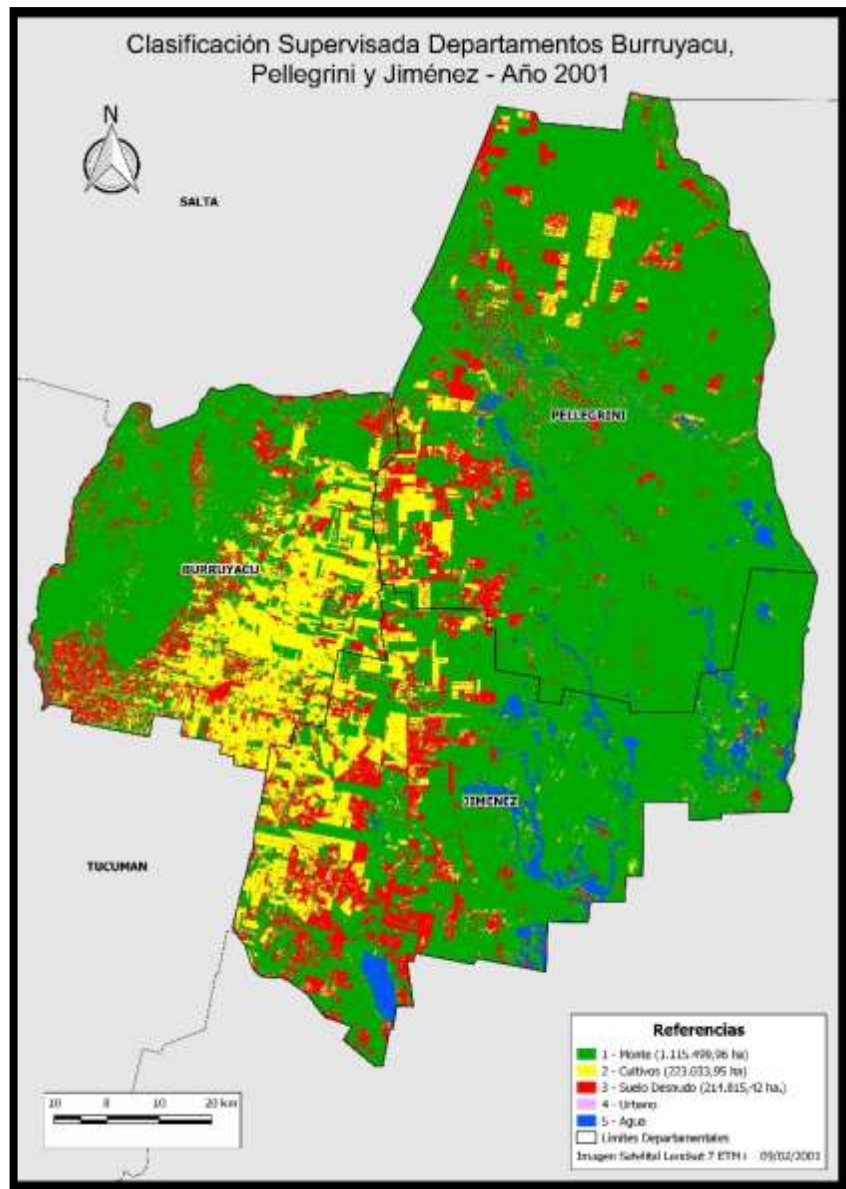


Figura 14: Clasificación supervisada año 2001. Elaboración propia.

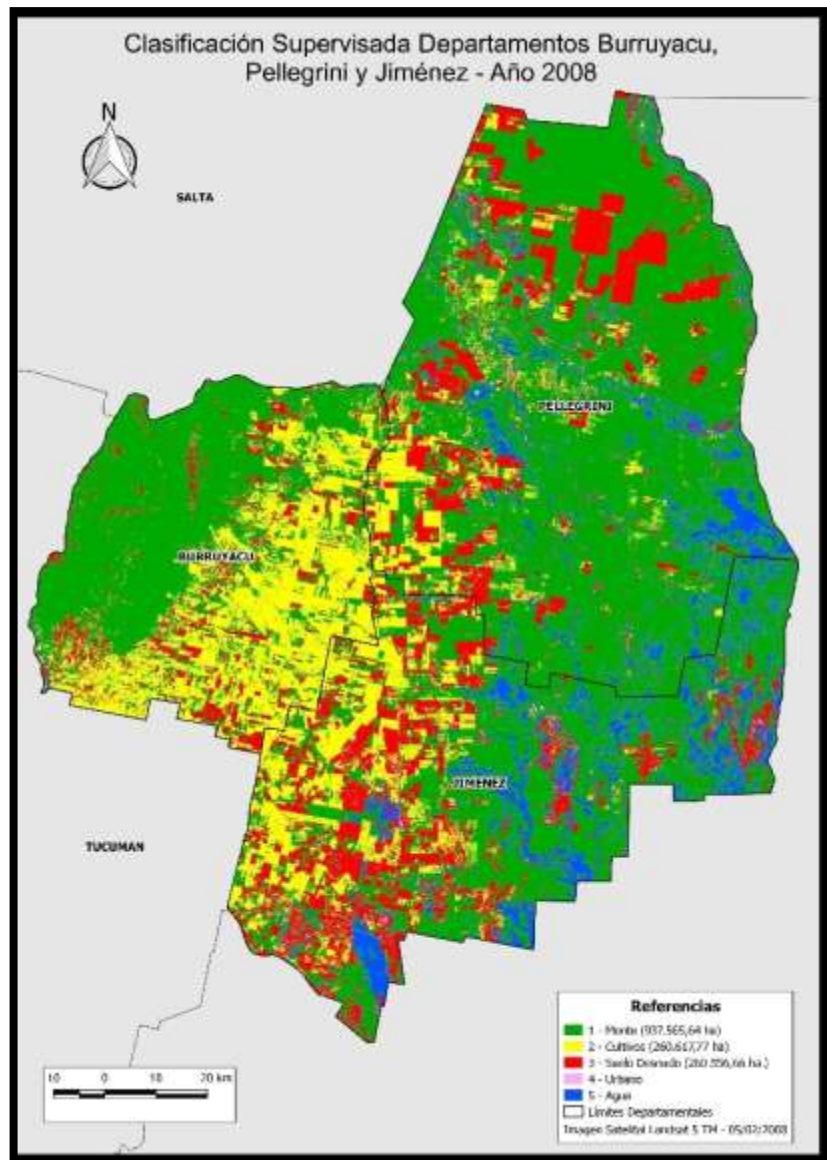


Figura 15: Clasificación supervisada año 2008. Elaboración propia.

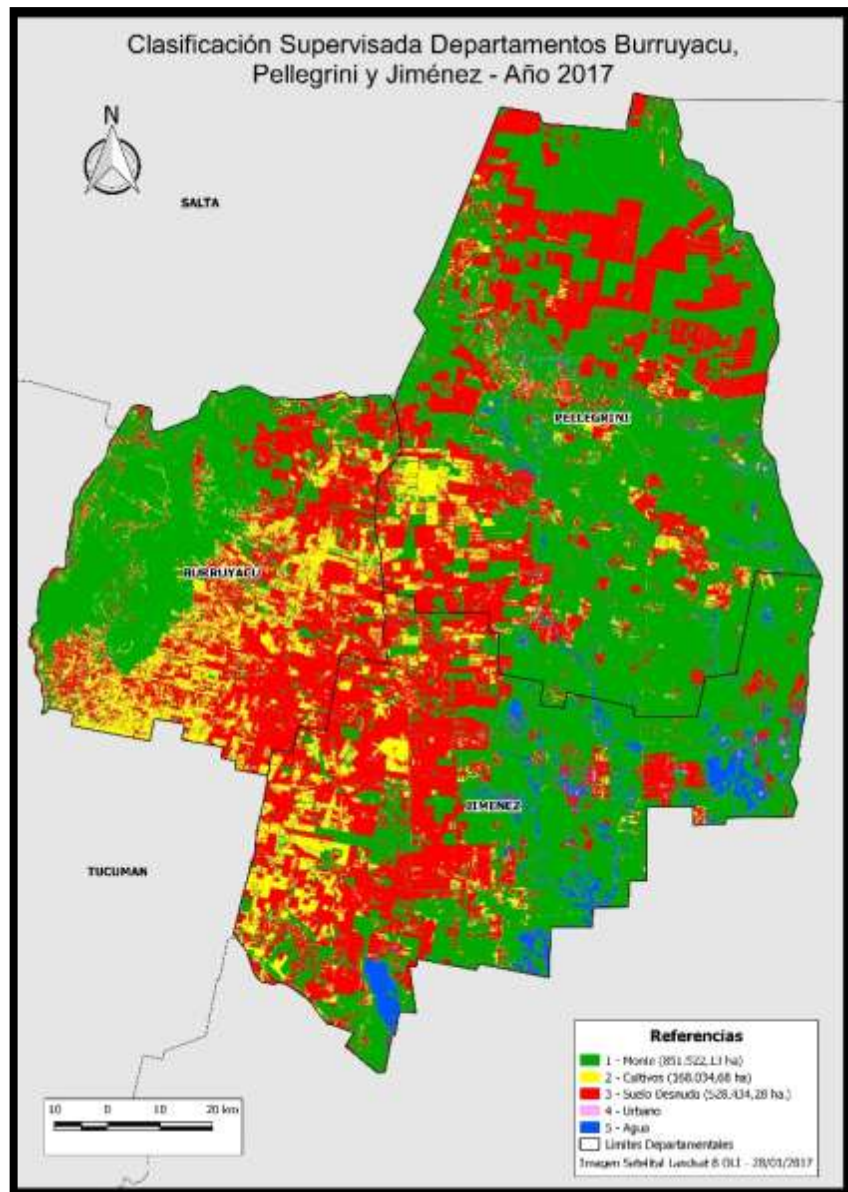


Figura 16: Clasificación supervisada año 2017. Elaboración propia.

Otro hecho importante a destacar que resulta del análisis de las imágenes satelitales es que a pesar de que las mismas fueron adquiridas en períodos similares (enero – febrero), se observa que en la imagen del año 2017 es mucho mayor la superficie con suelo desnudo. Esto puede deberse a un retraso en la siembra de los cultivos del área. A pesar de que no es objeto de este trabajo responder estas inquietudes, puede inferirse mediante el análisis visual y la comparación con las demás imágenes, que en este momento del año 2017 las precipitaciones no eran suficientes para favorecer el crecimiento de los cultivos.

5. CONSIDERACIONES FINALES

La sanción de la denominada ley de bosques en el año 2008 supuso una modificación en la conducta ambiental de la población. A partir de la misma comenzó un proceso de revalorización de los bosques nativos que condujo indefectiblemente a un conflicto con numerosas actividades que anteriormente no eran estrictamente

reguladas. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos de las autoridades de aplicación provinciales y nacionales, la eliminación de la cobertura boscosa mediante el cambio de uso del suelo, principalmente para el uso agrícola, ha continuado sucediendo. La buena noticia es que a partir de la sanción (tardía quizás) de esta ley se han reducido notablemente las tasas de deforestación, aunque aún queda mucho por avanzar y mejorar.

En este sentido, nos encontramos en un momento clave, debido a que se encuentran en proceso de actualización la mayoría de las leyes de OTBN. Es precisamente este el momento para brindarle mayor fortaleza a estas normativas, de manera que se pueda avanzar en el cuidado de los bosques nativos, mediante la incorporación o recategorización de áreas que no fueron incluidas anteriormente, o mediante la recuperación de bosques fragmentados y degradados. Es importante también, el trabajo en conjunto entre las diferentes jurisdicciones (comunales, municipales, provinciales) para definir criterios que permitan una integración de áreas limitantes y de esa manera evitar o subsanar los problemas que se encontraron en la legislación actual, tal como sucede en nuestra área de estudio, en las cuales las leyes de OTBN tienen diferentes criterios.

Finalmente, es importante destacar en este aspecto la importancia de la utilización de herramientas de monitoreo como lo son los Sistemas de Información Geográfica y la Teledetección, que facilitan el estudio de grandes áreas y, gracias a la periodicidad y cada vez mejor resolución de las imágenes satelitales, permiten monitorear constantemente lo que sucede con los recursos naturales.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, S. et al (2018) "¿Cuál es la situación de la Ley de Bosques en la Región Chaqueña a diez años de su sanción? Revisar su pasado para discutir su futuro". *Ecología Austral* 28:400-417. Agosto 2018. Asociación Argentina de Ecología.
- Audero, Susana y León, Carlos. La expansión de la frontera agraria en el NOA. In Manzanal, Mabel (comp.). *El Desarrollo rural en el Noroeste -Antología-*. Buenos Aires: Proyecto Desarrollo agroforestal en comunidades rurales del NOA, GTZ, 1996, p. 32-46.
- Congedo Luca. 2016. Semi-automatic Classification Plugin Documentation. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29474.02242/1>
- Constitución Nacional Argentina (1994).
- Di Gregorio A. (2005) "Land cover classification system, version 2: classification concepts and user manual". FAO environment and natural resources service series, N°8 - FAO, Rome, 2005.
- Giarracca, Norma y Teubal, Miguel (2010). "Disputas por los territorios y recursos naturales: el modelo extractivo".
- Ley General del Ambiente N° 25.675 (2002).
- Ley Provincial de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos de la Provincia de Santiago del Estero, N° 6942 (2009).
- Ley Provincial de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos de la Provincia de Tucumán, N° 8304 (2010)

- Madariaga, M. (1998). "Transformaciones de las Estructuras Agrarias en el Borde Occidental del Gran Chaco Argentino". [Tesis Doctoral]. Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Filosofía y Letras.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2016). Informe del Estado del Ambiente 2016. Buenos Aires, Argentina.
- Paolasso, P. y Krapovickas, J. (2013). "Avance de la Frontera Agropecuaria y Transformaciones Demográficas en el Chaco Seco Argentino durante la Primera Década del Siglo XXI", pp.1366-1399. En: Formiga, N. y Garriz, E. (comp.) XII Jornadas Argentinas de Estudios de Población- 1ed- Bahía Blanca, 2013.
- Rivas, A. y Rodríguez, A. (2013). "Uso del suelo agrícola en el norte grande argentino: análisis del crecimiento espacial y productivo del cultivo de soja", pp. 7-26. En: Rivas, A. y Hernández, C. (Comp.) Aportes al conocimiento de la ruralidad regional: el caso del Norte grande argentino. Tucumán, 2013.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2012). Informe del Estado del Ambiente 2012. Buenos Aires, Argentina.