

# Aspectos de la relación sociedad-ambiente natural en la cuenca binacional del río Santa Cruz, Sonora

*Juan Manuel Rodríguez Esteves\**  
*Luis Ernesto Cervera Gómez\*\**

## RESUMEN

El presente trabajo aborda la transformación del ambiente natural en la Cuenca del Río Santa Cruz, Sonora, con la finalidad de proponer formas de manejo encaminadas a la sustentabilidad ambiental de la región. Las herramientas utilizadas fueron: imagen MSS/Landsat (1972, 1986, 1992 y TM 1997), fotografía aérea (1974, 1986 y 1992), sistema de posicionamiento global (GPS) así como entrevistas con personajes clave. Entre los resultados obtenidos destaca el desarrollo histórico de la transformación del ambiente natural y la explotación de recursos naturales, el régimen de explotación de la tierra y las tendencias entre el consumo desigual de los recursos naturales.

## ABSTRACT

The present article deals with the transformation of the natural environment in the drainage basin of the Santa Cruz river in Sonora, with the purpose of offering ways of managing the environmental sustainability of the region. The tools applied are: image MSS/Landsat (1972, 1986, 1992 and TM 1997), aerial photography (1974, 1986, and 1992), the Global Positioning System (GPS) and interviews with key individuals. Some of the most important results are the historical development of environmental transformation, the exploitation and consumption of natural resources, and the earth exploitation regime in the region.

\*Investigador de la Dirección Regional de Mexicali de El Colegio de la Frontera Norte. Dirección electrónica: [jestevez@telnor.net](mailto:jestevez@telnor.net).

\*\*Investigador de El Colegio de la Frontera Norte. Dirección electrónica: [colfnog@imparcial.com.mx](mailto:colfnog@imparcial.com.mx).

## *INTRODUCCIÓN*

La dimensión ambiental de la relación sociedad-ambiente natural debe ser abordada desde una visión global de las consecuencias que esta relación genera. En esta relación se deben considerar los procesos demográficos, tecnológicos, ecológicos (ambiente natural en su conjunto) e históricos que inciden sobre un grupo social en específico. Lo anterior reviste gran importancia ya que la relación población-recursos naturales-desarrollo afecta los patrones de poblamiento, colonización, movimientos demográficos, entre otros, y éstos inciden sobre las condiciones naturales de un área o región (Leff, 1990, p. 25).

Las transformaciones antrópicas de los sistemas naturales son procesos antiguos, inherentes a la aparición del hombre como especie dominante (Tudela, 1993, p. 698). Debido al deterioro del ambiente natural que el hombre ha propiciado a través de su evolución histórica, el problema en la actualidad se complejiza, al entrar en juego una serie de factores que escapan del nivel local donde se asientan los grupos sociales que transforman su ambiente inmediato.

Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo es analizar la transformación ambiental producida por una concentración urbana y una población rural entre los municipios de Nogales y Santa Cruz, Sonora, a través de un análisis histórico-ambiental donde se abordan el aspecto demográfico y los cambios experimentados en la explotación de los recursos naturales. Se parte del supuesto de que los cambios experimentados a través del tiempo en la cuenca debido a la actividad productiva han transformado el proceso de la dinámica natural de la cuenca, afectando con ello las potencialidades naturales de la misma.

## *MARCO DE REFERENCIA*

La relación sociedad-ambiente natural engloba el análisis de dos dinámicas distintas. Por una parte, trata de la producción y crecimiento demográfico; por otra, del análisis de los componentes tanto físicos como biológicos de la dimensión natural donde se asienta la población (Wood, 1993, pp. 63-64). Conforme el proceso histórico de una región avanza (en este caso, represen-

tada por una cuenca hidrográfica), se desarrollan fuerzas productivas que profundizan las relaciones sociales de producción (Ojeda y Sánchez, 1985, p. 32). De esta forma, la presión demográfica y social, a través de la implementación de nuevas tecnologías, va marcando cada vez más la transformación y en muchos casos el deterioro del ambiente natural.

La organización social adapta la dinámica de la naturaleza en dinámicas antrópicas que van enfocadas a metas económicas, sociales y culturales, así como al mayor beneficio económico en el menor plazo posible. La unidad del hombre con la naturaleza se entiende en términos de una mediación históricamente determinada. Esto es, la naturaleza cobra un significado específico para un grupo social en la medida en que ésta es transformada a través de las necesidades sociales. Estas transformaciones están permeadas por el proceso de trabajo mismo, el cual representa la interfase entre la dinámica natural del ambiente y el propio hombre (Ojeda y Sánchez, 1985, pp. 28-30).

La cuenca hidrográfica es una unidad estratégica para la observación y el análisis de las relaciones sociodemográficas-ambientales. Sin estar delimitada por criterios meramente político-administrativos, representa una unidad "natural" para revelar las consecuencias ambientales de la acción humana y las consecuencias sociodemográficas de los límites naturales (Hogan, 1993, p. 85). De esta forma, el estudio de la relación sociedad-ambiente natural desde la perspectiva de cuenca hidrográfica permite considerar una zona relativamente homogénea en términos de flujos de energía y donde las actividades productivas mantienen relaciones entre sí debido al uso de uno o más recursos naturales.

Los factores que influyen en la transformación de las cuencas hidrográficas son múltiples y complejos, desde los sistemas de tenencia de la tierra y propiedad agraria hasta los cambios del uso del suelo, la presión demográfica, la estructura de poder local, los proyectos de inversión, etc. (Mestries, 1992, p. 50). Estos factores se conjugan en diferentes momentos históricos y modifican el ambiente natural, ya que las prácticas que la sociedad ejerce sobre el entorno las hacen adecuadas o no para la sustentabilidad de las regiones. Lo anterior implica una pregunta importante: ¿cuáles son los límites espaciales donde se conjugan e imprimen en el espacio geográfico estos factores? Ante este problema, el presente trabajo considera al concepto de cuenca como su unidad espacial.

De esta forma, el análisis del componente urbano en el presente trabajo parte del estudio de la población de Nogales y de las diferentes actividades productivas que han conformado la ciudad, así como los requerimientos históricos de agua potable. Las fuentes de información fueron los trabajos previos de la zona de estudio: imágenes de satélite (MSS-Lansat, 1974, 1980 y 1992, y TM, 1997), fotografías aéreas en escala 1:50 000 y 1:75 000 y en blanco y negro (1974, 1986 y 1994), sistema de posicionamiento global e información proporcionada por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sonora (Coapaes, Delegación Nogales) y la Dirección de Servicios Públicos Municipales de Nogales. Con la finalidad de conocer y analizar en qué partes de la cuenca se experimentan las transformaciones ambientales por la actividad productiva de la población, se caracterizaron las formas del relieve en la zona de estudio. Este análisis se realizó con la interpretación de las fotografías aéreas arriba mencionadas, y con cartas temáticas del INEGI y de trabajo de campo para verificar los resultados. La integración de la información espacial se realizó a través de los sistemas de información geográfica ILWIS e IDRISI para Windows.

Finalmente, con base en los censos de población, agrícolas y ganaderos, en información proporcionada por el centro de apoyo de la SAGAR (Delegación Nogales) y en entrevistas de campo con personas clave, se realizó el estudio de las condiciones de explotación de los recursos hídricos en el medio rural, así como las formas de explotación y uso del suelo agrario. El análisis histórico de explotación del ambiente, según versiones de los propios productores rurales y apoyado con fotografía aérea, permitió definir los periodos en los cuales se experimentaron cambios en el uso del suelo, en el padrón de cultivos y en la tendencia de poblamiento de la zona de estudio.

### *LA ZONA DE ESTUDIO*

La zona de estudio<sup>1</sup> tiene una superficie de 871.2 km<sup>2</sup>, la cual se encuentra en la frontera norte de Sonora y limita al norte con el estado de Arizona, Estados Unidos (figura 1). La corriente principal de la Cuenca del Río Santa Cruz entra a México procedente de Arizona por la localidad de La Noria, en

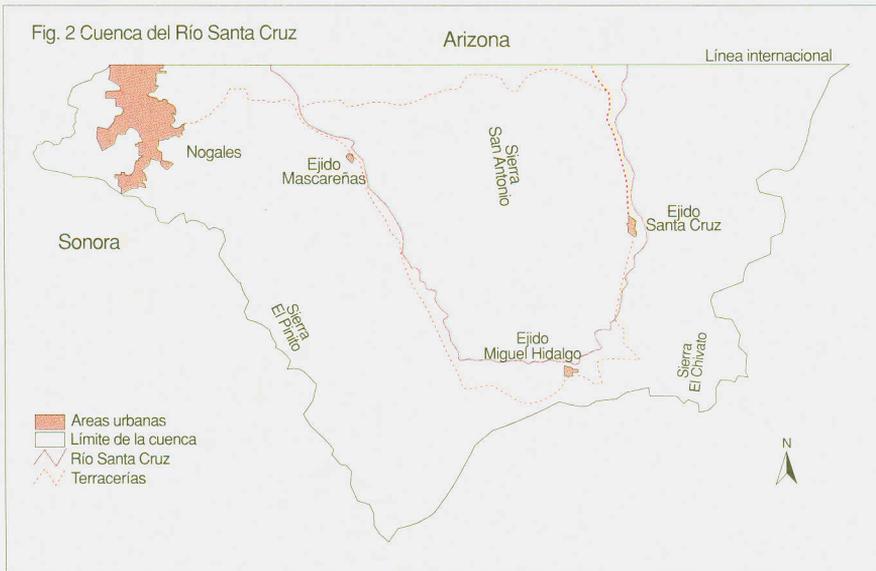
<sup>1</sup> El presente trabajo incluye solamente la parte mexicana de la cuenca binacional del río Santa Cruz.



el municipio de Santa Cruz, para hacer un recorrido de 60 km en territorio sonorense; posteriormente regresa a Estados Unidos cruzando la línea fronteriza a nueve km al este de Ambos Nogales y se dirige a Tucson, Arizona, para finalmente desembocar en el río Gila. La cuenca alta del río Santa Cruz tiene una superficie de drenaje de 1 320 km<sup>2</sup> desde su nacimiento hasta la ciudad de Nogales, Sonora<sup>2</sup> (Cervera, 1995). Las localidades más importantes dentro de la cuenca alta son Nogales, Sonora, y Nogales, Arizona, conocidos también como Ambos Nogales. La ciudad de Nogales, Sonora, recibe una precipitación promedio de 434.3 mm anual (SPP, 1981), correspondiendo a una zona semidesértica.

Por otra parte, las comunidades rurales que se asientan en las márgenes del río Santa Cruz (figura 2) representan la segunda fuente de explotación del agua en la cuenca, ya que los ocho ejidos distribuidos en Nogales y Santa

<sup>2</sup> Corresponde a la Región Hidrológica 7 del Río Colorado, cuenca Bacanora-Mejorada (A) y subcuenca Nogales (c).



Cruz captan agua para la actividad agrícola y ganadera. Debido a la explotación del acuífero del río Santa Cruz, el sistema natural ha experimentado cambios drásticos en los niveles freáticos, a tal grado que hoy en día el cauce sólo presenta pequeños escurrimientos en la cabecera de la cuenca, en el valle de San Rafael, y aguas abajo de la planta internacional de aguas negras de río Rico, ambos en Arizona (Cervera, 1995).

### EL COMPONENTE NATURAL<sup>3</sup>

Los elementos que conforman el ambiente natural de cualquier espacio geográfico están representados por las aguas, el suelo, las rocas, la vegetación, la fauna y el clima. Sin embargo, existe un accidente que sintetiza la acción de tales elementos (incluyendo las estructuras geológicas): las formas del relieve

<sup>3</sup> Se maneja el concepto de *componente natural* para referirse a la dinámica de los elementos físicos (formas del relieve) y biológicos (vegetación), además de los usos del suelo que incluyen formas de manejo antrópico (parcelas agrícolas).

ve. De igual forma, el uso del suelo en la cuenca hidrográfica muestra en primera instancia la ocupación natural y antrópica que se hace del recurso suelo, mientras que el balance hídrico muestra las entradas y salidas de los volúmenes de agua en la cuenca. Ante la importancia de estos elementos, a continuación se presenta su descripción.

El estudio de las formas del relieve es una parte importante para el análisis de las relaciones entre un grupo social y el medio natural donde se asienta. El estudio de las formas del relieve terrestre se denomina geomorfología (Derruau, 1970, p. 17). Con base en la interpretación de fotografías aéreas en blanco y negro de 1973 y de 1994, en escala 1:50 000 y 1:70 000, se distinguieron las siguientes unidades del relieve (ver tabla 1 en anexo):

a) *Cauce actual*: se presenta en la parte inferior de la cuenca y está ocupado por la actual corriente del Río Santa Cruz.

b) *Planicie de inundación*: es un área en el fondo del valle asociada al cauce actual, la cual se forma por la acumulación anual de material en suspensión (arenas) que transporta el río Santa Cruz e indica el nivel de máximas crecidas anuales de la corriente.

c) *Terrazas*: son superficies planas o débilmente inclinadas, generalmente estrechas y alargadas, y se encuentran por arriba del nivel del cauce actual.

d) *Piedemonte*: representa una superficie marginal a las montañas, de las que se distingue por tener una pendiente y alturas considerablemente menores (Lugo, 1989, p. 164); representa la parte intermedia entre la montaña y el cauce principal o las terrazas de la cuenca.

e) *Glacis*: es una superficie suavemente inclinada (en promedio de 1 a 5%) resultado de un proceso de erosión en las rocas blandas al pie de un relieve estructural como una ladera, montaña, etc. (Monkhouse, 1978, p. 219). El límite superior del glacis está representado por las vertientes occidentales de la sierra El Chivato (2 100 msnm)<sup>4</sup> y la sierra San Antonio (2 200 msnm). El glacis es un tipo específico de piedemonte (Lugo, 1989, p. 164).

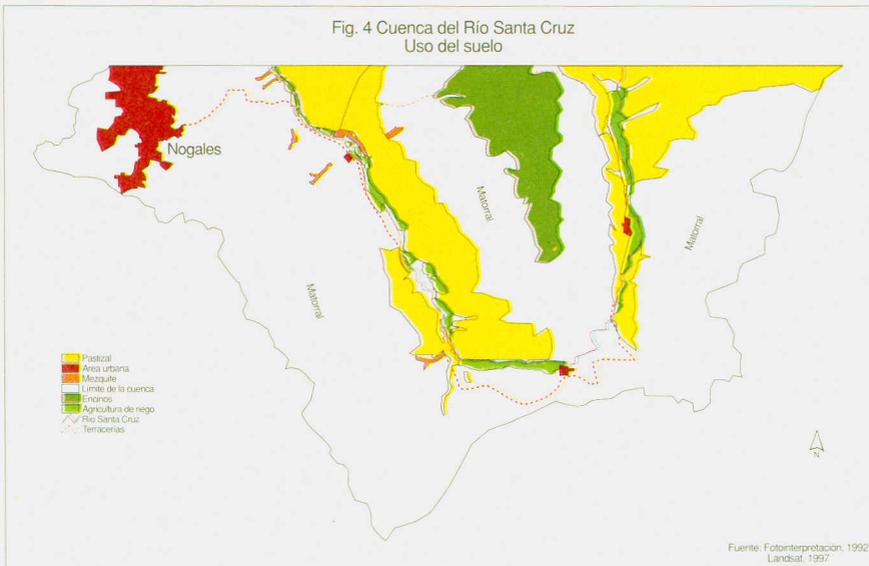
f) *Laderas*: corresponde a las áreas con mayor pendiente en la zona de estudio. Las laderas o vertientes son porciones inclinadas que delimitan las zonas planas del fondo del valle y las porciones altas del mismo, correspondiendo a la parte de las sierras El Chivato, San Antonio y El Pinito.

<sup>4</sup> La abreviatura "msnm" significa metros sobre el nivel del mar, e indica la altitud de un punto con respecto al nivel medio del mar.

g) *Lomeríos*: se caracterizan por la disección de un área inclinada asociada a un complejo montañoso (sierras El Pinito y de Cíbuta, al sur de Nogales, Sonora) o a la nivelación de las mismas (Lugo, 1989, p. 128) y son de poca altura con respecto a su entorno. Este tipo de lomerío se forma por movimientos débiles de levantamiento y/o por la acción del arroyo Los Nogales y sus tributarios.

Como se puede apreciar, las principales formas del relieve en la Cuenca del Río Santa Cruz son moldeadas por la presencia u acción del agua. Este elemento, tan importante en la vida urbana y rural de las regiones de la frontera norte de México, aquí cobra un papel como creador de formas del relieve, que de una forma u otra se aprovecha en las actividades productivas (figura 3).

Por lo que respecta al elemento hídrico de la cuenca, la realización de los balances hídricos, tanto superficiales como subterráneos, tiene como límite



el parteaguas de la misma, por lo que un balance en el río Santa Cruz tiene que realizarse en una región binacional. En esta cuenca se localiza el condado de Santa Cruz, Arizona (Nogales, Arizona, y comunidades rurales), así como la ciudad de Nogales, Sonora, y las comunidades rurales de los municipios de Santa Cruz y Nogales. De esta forma, se tiene que la cuenca alta del río Santa Cruz cuenta con un área de drenaje de 1 320 km<sup>2</sup>, de los cuales un 66 por ciento (esto es, 871.2 km<sup>2</sup>) está en territorio mexicano.

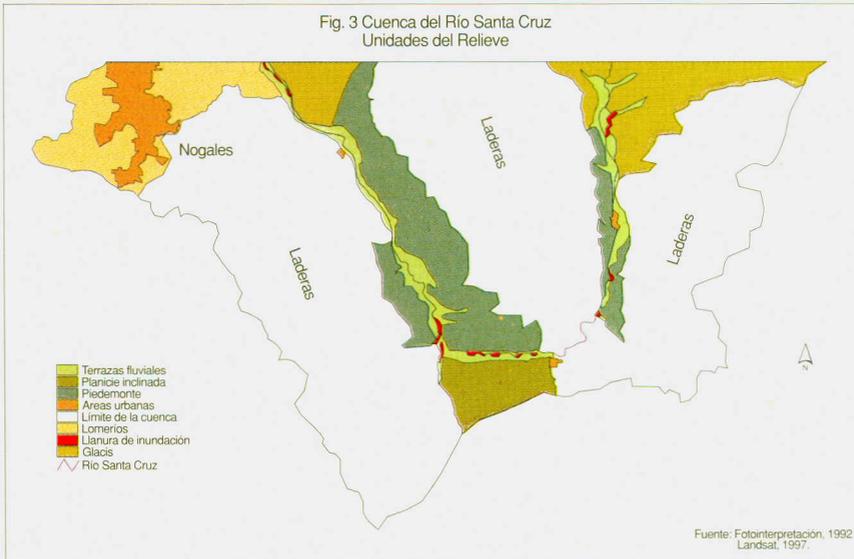
Aplicando un balance de aguas superficiales basado en el cálculo de evapotranspiración, escurrimientos superficiales, escurrimientos subsuperficiales y precipitación, se estimó que el potencial de recarga anual es de 24.22 millones de metros cúbicos anuales (Cervera, 1995). Estos volúmenes son compartidos por las comunidades urbanas de Ambos Nogales principalmente, las cuales ejercen una presión importante sobre los recursos hídricos de la cuenca y representan las dos principales concentraciones urbanas en la cuenca alta del río Santa Cruz.

Finalmente, el tercer elemento analizado del componente natural es la cobertura del suelo, la cual indica el grado de transformación ambiental en la cuenca. La diversidad de unidades que pueden ser diferenciadas a partir de las cubiertas naturales (bosques, pastos, etc.) y las cubiertas que indican presencia humana (zonas urbanas, parcelas de cultivos, etc.) son reflejo de un manejo o simplemente de una transformación del espacio.

En la Cuenca del Río Santa Cruz se presenta una transformación lineal a partir de la actividad productiva, ubicada ésta en el área de influencia fluvial del río Santa Cruz. Sin embargo, también se presenta una disminución en la intensidad de explotación del espacio conforme va aumentando la pendiente y, con ello, la disponibilidad de agua. Así, las áreas agrícolas bajo riego se ubican a ambas márgenes del río, donde los factores como la pendiente semiplana, la disponibilidad de agua y la textura de suelo favorecen esta actividad. A partir de una ruptura de pendiente (cambio brusco de la pendiente) se ubican las áreas de agostadero y en la cima de las sierras se presenta el bosque de encinos, especialmente en la sierra San Antonio (2 200 msnm) y en menor medida en las sierras El Chivato (2 180 msnm) y El Pinito (2 000 msnm).

De acuerdo a estudios realizados por el DICTUS,<sup>5</sup> se encontró que en la llanura aluvial del río Santa Cruz se encuentra el pastizal natural, encino

<sup>5</sup> DICTUS: Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, 1996.



bajo, mezquite (*Prosopis spp*), tápiro (*Celtis reticulata*) y cumaro (*Sambucus mexicanum*). La vegetación dominante en el cauce del río está conformada por la asociación de álamo (*Populus fremontii*), sauz (*Salix gooddingii*) y otras especies importantes, como mezquite (*Prosopis velutina*), zacatón (*Sporobolus wrightii*),<sup>6</sup> y en las partes más altas se encontró bosques de encinos (*Quercus spp*) (Solís y Guertin, 1996, p. 14).

Con base en las fotografías aéreas de 1994 y con la ayuda del GPS, se pudo precisar que la comunidad de encinos citadas arriba se encuentra por arriba de los 1 400 msnm. Este gradiente altitudinal se presenta con un cambio en las condiciones ambientales con respecto al piso del valle del río Santa Cruz, al registrar un descenso de la temperatura y un aumento de la humedad ambiental. Por debajo de los 1 400 msnm, desde las laderas de la sierra San Antonio hasta la zona de glacis y piedemonte, se encuentran comunidades de mezquite asociadas con algunos otros matorrales espinosos; estas comunidades se distribuyen hasta las unidades de terrazas fluviales en las márgenes del río (tabla 2 y figura 4).

<sup>6</sup> Además de las especies mencionadas, también se encontraron batamote (*Baccharis salicifolia*), jécota (*Hymenoclea monogyra*) y otras especies de sauz (*Salix bonplandina* y *Salix taxifolia*).

*EL COMPONENTE SOCIAL*

La dinámica socioeconómica en la Cuenca del Río Santa Cruz está enfocada hacia el comportamiento de la población en relación con los procesos de crecimiento, distribución y explotación de los recursos naturales. Se considera que las características actuales de la población parten de un proceso histórico en el que intervienen varias circunstancias. Por ejemplo, la presencia de Nogales, ciudad cuya condición de frontera permitió que su establecimiento en 1880 como punto aduanal la convirtiera en el nodo de una vasta región del norte de Sonora, y que posteriormente atrajera tanto flujos migratorios como inversiones encaminadas a la industrialización de la frontera. Finalmente, la tenencia de la tierra en el medio rural (principalmente, en el municipio de Santa Cruz) determinó la explotación del territorio, pasando de una actividad ganadera hasta la década de 1930 a una agrícola-ganadera hasta nuestros días.

De esta forma, la ciudad de Nogales, Sonora, concentra el 98.6 por ciento de la población total y, de igual forma, es el asentamiento que más hace uso de los recursos naturales de la zona, en este caso el agua. Sin embargo, la población urbana de la cuenca no ha mantenido un crecimiento demográfico constante en el transcurso del tiempo (ver tabla 3); las tasas de crecimiento que inicialmente aceleraron el desarrollo poblacional en términos relativos se dieron durante las décadas de 1880 y 1910, las cuales corresponden, en el primer caso, a la llegada del Ferrocarril de Sonora a Nogales en 1882 y, en el segundo, al conflicto armado revolucionario en nuestro país (Flores, 1987, p. 32).

Una incipiente industrialización en la década de 1920 no representó una fuerza importante en términos de consolidación demográfica de la ciudad. Sin embargo, esta década representó el periodo inicial de conformación de la infraestructura básica de la ciudad (Méndez, 1991, p. 80), ya que se construyó el drenaje de Ambos Nogales (1922), el cual vino a solucionar el problema del derrame de aguas negras.<sup>7</sup>

La crisis económica mundial a partir de 1929 trajo efectos sociales en Nogales a través de la Ley Box, ya que en 1930 fueron despedidos 300 mil trabajadores mexicanos de Estados Unidos, de los que entraron por Nogales aproximadamente cinco mil (Ramírez, 1991, p. 112). Para finales de la década de 1930 la ciudad cubría una superficie de 130 has y el crecimiento urba-

<sup>7</sup> Debido a la pendiente de la subcuenca del arroyo Los Nogales, el escurrimiento natural tiene una orientación sur-norte, por lo que el agua escurre de México hacia Estados Unidos.

no se orientó hacia las laderas adyacentes a la línea del ferrocarril y un poco hacia el sur (Gobierno del Estado y H. Ayuntamiento de Nogales, 1994, p. 13). Esta misma década representó el inicio de la transformación del ambiente natural en una forma intensa, ya que la población requirió de 2 812 m<sup>3</sup> por día de agua. Los requerimientos de agua irían incrementando conforme crecía la población (tabla 4).

Durante la década de 1940 la población de Nogales creció a un ritmo acelerado produciendo un aumento en el nivel de concentración urbana. La tasa de crecimiento alcanzó el 5.8 en 1950, lo que representaba el mayor crecimiento en términos absolutos; a partir de entonces la población se duplicaría cada 20 años. Los efectos de este proceso fueron una redensificación del núcleo urbano original y la apertura de nuevos espacios habitacionales hacia el oeste y al extremo sur de la zona urbana (Lara, 1993, y Lara, 1994, p. 186).

Debido al auge económico posterior a la guerra mundial, en el periodo de los años cincuenta, Nogales tuvo cambios que se notaron en la fisonomía, ya que comenzaron a formarse nuevas colonias y fraccionamientos (Sánchez y Lara, 1992). El crecimiento espacial de la ciudad se orientó a la parte sur del centro histórico original y a la parte oeste del mismo, llegando a ocupar 800 hectáreas en 1968 (Gobierno del Estado y H. Ayuntamiento, 1994). En términos demográficos, la ciudad de Nogales tuvo en el periodo 1960-1970 una tasa de crecimiento de 3.3 en promedio anual, menor a la registrada en la década anterior, que había sido de 4.4. Con estas tasas de crecimiento la superficie ocupada por la ciudad pasó a 907 hectáreas en 1972 (tabla 5). Estos sucesos estuvieron determinados por la puesta en marcha del Programa de Industrialización Fronteriza.<sup>8</sup>

Como una forma de reorientar el crecimiento espacial de Nogales hacia el sur sin dejar de lado la accesibilidad con el ferrocarril,<sup>9</sup> en 1967 se construye el primer parque industrial de la ciudad (PINSAs), y para 1972 ya existían 29 maquiladoras (Flores, 1987, p. 64). A partir de entonces y hasta la actualidad, Nogales orientó su crecimiento tanto a la parte sur como al oeste, debido a la construcción desde 1974 de nuevos parques industriales e infraestructura vial, como el libramiento que pasa por el oeste de la ciudad. De igual

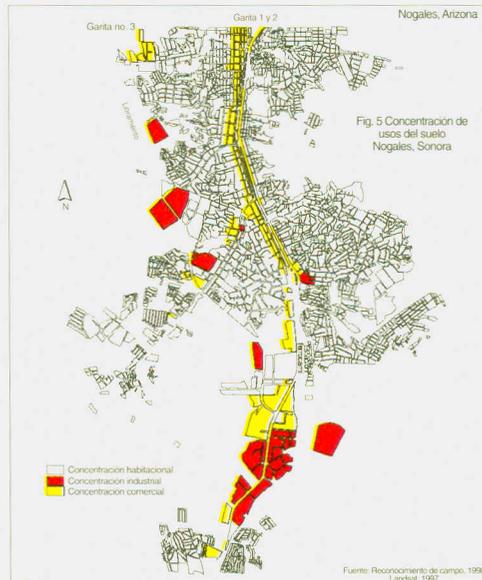
<sup>8</sup> En relación con este periodo, véase Francisco Lara Valencia, "Industrialización y urbanización en la frontera: el caso de Nogales, Sonora", en *Revista de Investigación del Noroeste*, vol. IV, núm. 7, enero-junio de 1993.

<sup>9</sup> Históricamente el crecimiento espacial de Nogales siguió la orientación norte-sur a partir de la garita internacional, ya que los lineamientos topográficos siguen esta misma orientación.

forma, la construcción de la garita internacional Mariposas, también al oeste de Nogales, vino a reorientar el crecimiento urbano a esta parte.

La urbanización reciente en Nogales ha significado la competencia por el suelo entre los usos habitacional e industrial, lo que se relaciona con la aparición de 14 nuevas colonias habitacionales en la década de 1980 (Lara, 1993) y el establecimiento de 78 empresas del ramo maquilador hasta 1990, lo que representó 34 nuevas empresas entre 1984 y 1990 (Almaraz, 1997). Esto permitió que para los últimos años el crecimiento de Nogales rebasara las 2 600 hectáreas (tabla 5), superficie que aproximadamente representa tres veces a la registrada en la década de 1970 (figura 5).

Por otro lado, fueron dos las actividades que permearon en forma importante el desarrollo y establecimiento de la población rural de la Cuenca del Río Santa Cruz: la minería y la ganadería. De esta forma, la minería de principios de siglo estuvo relacionada con las grandes explotaciones realizadas por la Cananea Consolidated Copper Co. (4C), que a partir de 1899 logró obtener el control de una vasta región en la zona fronteriza del norte de Sonora, lo cual representó la atracción de trabajadores que se establecieron en



los municipios de Agua Prieta, Cananea, Naco y Santa Cruz, entre otros. Por su parte, la ganadería estuvo estrechamente vinculada con la primera, ya que cubría en parte las necesidades básicas de la población y, sobre todo, representaba una actividad cuya producción era más remunerativa en la medida en que ésta se destinaba a la exportación, siendo la plaza de San Lázaro (hoy ejido Miguel Hidalgo) un lugar donde se producía ganado de engorda para el monopolio minero de la 4C (Peña y Chávez, 1991, p. 491).

De esta forma, en la década de 1880 se inició el poblamiento del municipio de Santa Cruz, con la llegada de sus primeros habitantes procedentes del interior de Sonora y de Sinaloa.<sup>10</sup> Debido a las condiciones de aridez y a la poca disponibilidad de tierras aptas para la agricultura o ganadería, el inicio de la transformación del ambiente natural no es tan evidente en el municipio de Santa Cruz durante el primer tercio de este siglo. Sin embargo, las condiciones sociales en cuanto a la tenencia de la tierra en el municipio cambiaron en la década de 1930 y con ello la forma de explotación del ambiente natural (Rodríguez, 1997).

La población de Santa Cruz llegó a alcanzar los 1 027 habitantes en 1930 (tabla 6) y en estos mismos años se creó el municipio de Santa Cruz<sup>11</sup>. Una vez alcanzada la categoría de municipio, la población de Santa Cruz logró la concesión de terrenos que anteriormente pertenecían a la Compañía Ganadera de Cananea para formar un ejido. El reparto agrario en Sonora logró que en 1935 se constituyera el ejido Lázaro Cárdenas, hoy ejido Santa Cruz, en una superficie de 11 344 hectáreas. (Domínguez, 1997, comunicación personal). Desde entonces se destinaron aproximadamente 370 hectáreas para la agricultura de riego, 15 para la agricultura de temporal, 10 859 para agostaderos y el resto para otros usos. En sus inicios, el ejido tenía alrededor de 80 ejidatarios, llegando a sumar 117 en la actualidad (Ramón Ortega, 1997, comunicación personal).

Por otra parte, en la década de 1940 se presentaron dos acontecimientos importantes. El primero de ellos fue el desarrollo de la fruticultura, con el cultivo de la manzana, y luego el desarrollo de la ganadería.<sup>12</sup> Esta última ac-

<sup>10</sup>A Santa Cruz llegaron en la década de 1880 algunas familias, como los De la Rosa, los León, los Rodríguez, los Lorta y Domínguez (Alberto Domínguez, 1997, comunicación personal).

<sup>11</sup>Antes de 1930, Santa Cruz fue delegación municipal de Nogales.

<sup>12</sup>El gobierno federal impulsó la fruticultura a través de la dotación de árboles de la denominada "manzana amarilla" o "manzana ejidataria", ya que las condiciones agroclimáticas que posee esta región permitían este cultivo. Por otra parte, se dotó a algunos ejidatarios con un pie chico de ganado de la raza Herford para el desarrollo de la ganadería (Alberto Domínguez, 1997, comunicación personal).

tividad era característica de la región desde el siglo pasado, pero ahora se presentó bajo la forma de ganadería ejidal.

Para 1959 el gobierno de Adolfo López Mateos expropió las tierras de San Lázaro y se entregaron a los campesinos del municipio de Santa Cruz, dando origen al ejido Miguel Hidalgo, en una superficie de 43 mil hectáreas.<sup>13</sup> A diferencia del ejido Santa Cruz, el nuevo ejido Miguel Hidalgo (antes San Lázaro) se dedicó principalmente a la actividad ganadera (Ventura Rivera, 1997, comunicación personal), y sólo en una parte mínima de su superficie fue orientada a la agricultura (250 hectáreas, aproximadamente), para el cultivo de forrajes (alfalfa) y en menor grado para el sostenimiento de las familias (maíz, trigo, etc.). El que se dedicara a la ganadería la nueva población del ejido no representó un cambio significativo en la vocación natural de las tierras; simplemente significó un cambio en la tenencia de la tierra, ahora bajo la forma ejidal. Sin embargo, la población ejidal se dedicó a la ya tradición ganadera de la región; su producción se exportaba hacia Estados Unidos y destinaba una menor parte al mercado regional, llegando su ganado hasta Hermosillo, Sonora.

Posteriormente, a mediados de la década de 1970, se presentó una disminución en la producción de manzana debido a una fuerte nevada, que, aunada a la introducción de manzana de Estados Unidos, provocó la caída del precio de la manzana producida en Santa Cruz. Lo anterior obligó a los productores de Santa Cruz a buscar nuevos cultivos más redituables. Los productores fueron apoyados gracias a la intervención del gobierno a través de la construcción, en 1978, de una galería filtrante en terrenos del ejido Santa Cruz, lo que representó una mayor disponibilidad de agua durante todo el año (Ramón Ortega, 1997, comunicación personal). Es por esto que al iniciar la década de 1980 la mayor parte de la superficie de riego del ejido se destinara a la producción de hortalizas,<sup>14</sup> las cuales en poco tiempo alcanzaron a comercializarse en un mercado regional que abarca hasta Hermosillo, Guaymas y Ciudad Obregón (Alberto Domínguez y Lorenzo Dojaquez, 1997, comunicación personal).

Finalmente, el inicio de la década de 1980 trajo consigo el último reparto agrario ejidal en la cuenca. El 26 de octubre de 1981 son creados cinco ejidos en el municipio de Nogales y ubicados en la Cuenca del Río Santa Cruz (fi-

<sup>13</sup>En la actualidad al ejido Miguel Hidalgo lo conforman 142 ejidatarios. Cuando se creó el ejido llegaron aproximadamente 80 familias, todas provenientes de Santa Cruz.

<sup>14</sup>Es a partir de este periodo cuando se empieza a cultivar repollo, lechuga, cebolla, cilantro, quelite, etc. (Rubén Lorta, 1997, comunicación personal).

gura 2). Éstos fueron: ejido Mascareñas, Centauro de la Frontera, Álvaro Obregón, López Mateos y Cárdenas Valdés. La suma de las tierras de estos cinco ejidos es de 34 552 hectáreas, tierras que fueron expropiadas a la familia Mascareñas. Con estos ejidos llegó una población de aproximadamente 300 habitantes, de los cuales 174 eran productores que continuaron con la explotación de algunas hectáreas para la agricultura (262 de riego y 210 de temporal) y una superficie de 33 788 hectáreas de agostaderos, lo que aseguraba la vocación ganadera de esta parte de la cuenca (Cervera, 1996).

En la actualidad, el municipio de Santa Cruz tiene poca población. La dedicada a la actividad agrícola se encuentra en la cabecera municipal y en Miguel Hidalgo, localidades que representan el 87.5 por ciento de la población total del municipio. Por otra parte, la población rural de la cuenca suma 1 730 habitantes, que en términos porcentuales representan el 1.4 por ciento de la población total de la cuenca en 1990 (tabla 7 en anexo).

### *TRANSFORMACIÓN DEL TERRITORIO Y DINÁMICA PRODUCTIVA*

Los componente natural y social de la Cuenca del Río Santa Cruz se combinan para conformar un espacio dinámico. Los medios urbano y rural, a través de la actividad productiva, tienden a modificar o transformar el ambiente natural en un espacio geográfico; esto es, la actividad humana modela el ambiente natural, y viceversa.<sup>15</sup> Esta acción se vuelve cada vez más importante en la medida en que los efectos conjugados del crecimiento demográfico y de los avances tecnológicos (mediante la urbanización y la actividad agrícola-ganadera) se vuelven más determinantes. En este momento, la población de la cuenca imprime en el espacio una característica de apropiación que se traduce en un espacio transformado; este término puede ser aplicado en dos formas. Primero, como un espacio donde el deterioro ambiental (explotación del acuífero del río Santa Cruz) es el resultado de una sobreexplotación con fines de adaptación a las necesidades productivas, o bien, como una forma de transición entre dos formas diferentes de ambientes: del natu-

<sup>15</sup>P. George, *L'action humaine*, París, PUF (Col. "SUP"), 1968 (citado por Oliver Dollfus, *El espacio geográfico*, 1982, p. 31).

ral al ordenado.<sup>16</sup> La transformación de la Cuenca del Río Santa Cruz se presenta en las dos formas anteriores.

Una vez analizados algunos de los principales elementos naturales de la Cuenca del Río Santa Cruz y descritas las principales actividades de las dinámicas urbana y rural, se puede precisar que la relación entre la sociedad y el medio natural en la Cuenca del Río Santa Cruz está determinada por las formas de ocupación y transformación de su espacio geográfico, cuyas características están determinadas por los siguientes factores:

1. Como fuente de abastecimiento: el acuífero del Río Santa Cruz es visto como una fuente inmediata de agua ante la escasez del recurso en la región.
2. Las condiciones agroclimáticas de la cuenca: donde la explotación del agua se realiza mediante el uso de tecnología especializada (pozos, bombas y distribución del recurso).
3. Una concentración urbana como fuente principal de explotación de los recursos naturales.
4. La propiedad ejidal es la principal forma de utilización del agua en el medio rural.
5. Estrecha relación entre las actividades agropecuarias y la comercialización de sus productos.

Lo anterior pone en evidencia la importancia ambiental en cuanto al mantenimiento y permanencia de las funciones urbanas y rurales. El peso específico de las actividades urbanas en relación con las rurales es un elemento que determina una desigual distribución y consumo de ciertos recursos naturales. El consumo de agua en ambos medios cobra aquí relevancia.

Con base en los puntos anteriores, se tiene que la explotación del agua del acuífero del río Santa Cruz, además de cubrir una necesidad tanto en Nogales como en su medio rural, representa una limitante ambiental<sup>17</sup> que regula tanto la vida urbana como la actividad productiva rural. Esta vinculación entre lo social y la naturaleza dentro de la cuenca cobra un mayor significado al analizar la conformación histórica de los componentes que la conforman. De

<sup>16</sup>“Los acondicionamientos que transforman el medio natural en un medio geográfico dependen tanto de la naturaleza como del grado de evolución económica y social, y son el resultado del encuentro entre un medio y las técnicas de organización del espacio” (Oliver Dollfus, *El espacio geográfico*, Barcelona, España, Oikos-tau, 1982).

<sup>17</sup>Limitante ambiental: con este concepto se hace referencia a los elementos del medio natural que condicionan a las actividades humanas, incluyendo al desarrollo urbano.

esta forma, la explotación del agua, más que otros recursos (como el suelo para uso urbano o la tierra para la agricultura), representa el eje central de la construcción de los espacios ordenados en la Cuenca del Río Santa Cruz.

De esta forma, la actividad productiva de la cuenca se basa principalmente en las de tipo urbano, ya que Nogales, al concentrar casi la totalidad de la población de la cuenca, también concentra la actividad productiva. A lo largo de su historia, la ciudad se ha caracterizado por el alto grado de la participación del sector servicios y comercial en la región. Al ser una ciudad fronteriza, la prestación de servicios aduanales, el comercio, el turismo y una industrialización reciente son actividades primordiales en la dinámica productiva de la ciudad. Lo anterior trae consigo una mayor demanda de agua debido a su propio crecimiento tanto espacial como social.

El crecimiento urbano va requiriendo nuevas fuentes de abastecimiento de agua. La ciudad de Nogales, Sonora, experimentó esto a partir de 1948, ya que hasta ese año el suministro de agua (aproximadamente, 2 800 m<sup>3</sup>/día en la década de 1940) empezó a tener problemas de abastecimiento. A partir de ese año se construye el sistema de galerías filtrantes en el acuífero del río Santa Cruz, a 30 km al este de la ciudad, con lo cual se obtuvo para ésta una capacidad total de 150 l/seg (litros por segundo) (Itson, 1991, p. 2). Esta obra se relaciona con uno de los periodos de mayor crecimiento demográfico en Nogales, que en esos años llegó a los 20 mil habitantes, quienes requerían un total de 4 895 m<sup>3</sup>/día (metros cúbicos al día) (tabla 4). Esta demanda pocas veces fue cubierta con la nueva obra, ya que si bien se tenía una capacidad para extraer alrededor de 12 960 m<sup>3</sup>/día, los volúmenes extraídos variaban enormemente de acuerdo a la estación de sequía y al estado de la infraestructura. Para la década de 1980, los requerimientos para la ciudad alcanzaron los 13 258.3 m<sup>3</sup>/día, con lo cual se presionaba cada vez más al acuífero del río Santa Cruz.

La infraestructura para la explotación del agua hasta finales de 1989 atendió las demandas de la ciudad de Nogales en forma parcial, pues estaba conformada por dos baterías de pozos. La primera es conocida como "captación urbana" y la segunda como "captación este". La captación urbana está compuesta (hasta la actualidad) por un sistema de 22 pozos, con capacidades de bombeo desde tres hasta 12 lps, considerándose un bombeo conjunto de aproximadamente 125 lps. El objetivo principal de la explotación de estos pozos es atender las demandas de agua de una gran parte de los asentamien-

tos que no cuentan con sistema de agua potable dentro de sus casas y se tienen que abastecer mediante acarreo por pipas.<sup>18</sup> Por su parte, la captación este, situada paralela al Cauce del Río Santa Cruz, posee un total de 12 pozos con capacidades de bombeo desde 10 hasta 50 lps. Con esta captación y la del sistema de galería filtrante se alcanza una capacidad de bombeo que varía desde 80 lps en verano hasta 247 lps en invierno.<sup>19</sup>

Para 1990, la extracción total llegó a cubrir los 32 140 m<sup>3</sup>/día, cantidad suficiente en teoría para cubrir las demandas de la población urbana, que era de alrededor de 21 177 m<sup>3</sup>/día (tabla 4); sin embargo, los volúmenes de extracción sólo se podían registrar en invierno (después de la temporada de lluvias y del deshielo de las nevadas), ya que en verano la extracción disminuía hasta el 32.4 por ciento (10 411 m<sup>3</sup>/día). Ante este problema y una creciente demanda, se construyó una batería de pozos a 22 kilómetros al sur de la ciudad (en el arroyo Los Alisos), con una capacidad de bombeo inicial de 100 lps<sup>20</sup> y puesta en marcha en 1990 (El Colef, 1992, p. 264). Según el organismo operador del agua, el bombeo desde esta fuente aumentó hasta un rendimiento de 300 lps y el bombeo total a la ciudad es de unos 725 lps en la actualidad<sup>21</sup> (Coapaes, 1996) (tabla 8).

Este ritmo de explotación permanente del agua se verá afectado ya que el constante déficit de agua potable que padece la ciudad de Nogales, Sonora, de más o menos el 30 por ciento, requiere de la búsqueda de nuevas fuentes que cubran la demanda de la población actual y consideren las demandas futuras. Al respecto, de gran relevancia resulta el nuevo proyecto para el abastecimiento de agua denominado "Proyecto Integral Nogales, Sonora:<sup>22</sup> primera etapa", diseñado para cubrir las demandas futuras hasta el año 2015. En dicho proyecto se recurrirá a la explotación de las mismas fuentes, consi-

<sup>18</sup>Al respecto, la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (Coapaes), Unidad Nogales, reporta que sólo un 85 por ciento de la población de la ciudad está conectada a la red de agua potable.

<sup>19</sup>La Secretaría de Infraestructura Urbana y Ecología del Gobierno del Estado de Sonora reportó en 1995 una capacidad de bombeo conjunto de las captaciones urbanas y este de aproximadamente 427 litros por segundo.

<sup>20</sup>El arroyo Los Alisos queda fuera de la subcuenca del arroyo Los Nogales, siendo un tributario del río Magdalena, por lo que su explotación y conducción de aguas hacia la ciudad de Nogales constituye un sistema de transferencia de cuencas que se da inicio en 1990. El agua proveniente de Los Alisos es conducida a través de una estación de rebombeo hasta un tanque principal localizado al sur de la ciudad.

<sup>21</sup>Para 1995, las captaciones de Los Alisos, urbana y del este tenían una capacidad de extracción de 99 532.8 m<sup>3</sup>/día. Si estos volúmenes se presentaban, tenían que cubrir la demanda de 26 191 m<sup>3</sup>/día, cantidad superada en más de tres veces; sin embargo, la variación hasta el 30 por ciento entre los volúmenes captados en invierno y en verano pone en entredicho la cobertura de la demanda.

<sup>22</sup>Proyecto certificado por la Comisión Ecológica Fronteriza (COCEF) en 1997 y cuya fase de construcción se inició a finales de 1997 con financiamiento del Banco de Desarrollo de América del Norte (Bandan), así como de fondos federales y estatales del gobierno de México.

derando incrementos que asegurarán una capacidad de bombeo de 1 450 lps, dotación que asegurará el suministro de una población de 385 478 habitantes<sup>23</sup> asentados en 57 534 viviendas.

De esta forma, analizando los regímenes de explotación actual realizados por las diferentes comunidades que subsisten en la cuenca del río, se tiene que tan sólo las ciudades de Ambos Nogales extraen para consumo urbano un total de 15.03 mm<sup>3</sup>/año<sup>24</sup>, que representan un 62 por ciento de la recarga estimada. Por otra parte, la actividad agrícola y ganadera realizada por las comunidades ejidales y pequeños propietarios sobre el río Santa Cruz, tan sólo del lado mexicano, extraen un volumen anual de 11.0 mm<sup>3</sup>. En conclusión, actualmente se tiene un régimen de explotación anual de 26.03 mm<sup>3</sup>,<sup>25</sup> lo cual pone en evidencia una franca sobreexplotación del acuífero del río Santa Cruz. A las estimaciones anteriores faltaría agregar la demanda de agua requerida por los ecosistemas riparios, que son los principales sistemas naturales afectados (Cervera, 1995).

Con base en todo lo anterior, el problema de abastecimiento de agua para Nogales está influido por:

a) la ubicación de la ciudad en la cabecera de la subcuenca del arroyo Los Nogales,<sup>26</sup> lo que reduce en forma importante la disponibilidad de agua en esta subcuenca;

b) la reducida área de captación en el acuífero del arroyo Los Nogales, y

c) las condiciones meteorológicas que imperan en la región, al caracterizarse como una zona semidesértica, lo que se traduce en promedios bajos de precipitación.

Por lo que respecta al patrón de asentamientos o de distribución de la población dentro de la cuenca, esto está en función de los lugares en los cuales la disponibilidad de recursos naturales es más abundante. Por ejemplo, las tres localidades ubicadas sobre las márgenes del Cauce del Río Santa Cruz (Santa Cruz, Miguel Hidalgo y Mascareñas) deben su asentamiento en primer lugar a la pre-

<sup>23</sup>Estimaciones del proyecto realizadas por la Secretaría de Infraestructura Urbana y Ecología del Gobierno del Estado de Sonora en 1997.

<sup>24</sup>Nogales, Arizona, extrae 5.57 mm<sup>3</sup> y Nogales, Sonora, 9.46 mm<sup>3</sup> al año.

<sup>25</sup>Cantidad que supera en 1.81 mm<sup>3</sup>/año al potencial de recarga total de la cuenca, que es de 24.22 mm<sup>3</sup>/año.

<sup>26</sup>Ambos Nogales se ubican dentro de la subcuenca del arroyo Los Nogales, la cual drena sus aguas hacia el río Santa Cruz en el punto conocido como Río Rico, Arizona.

sencia de agua y, en segundo, a la disponibilidad de tierras agrícolas. Este patrón de asentamiento se debe en gran parte al momento de su fundación, ya que, primero, la localidad más antigua (sin considerar a Nogales) es Santa Cruz, donde el nivel freático es más somero (2 a 3 m) que en cualquier otro punto de la cuenca, y que corresponde al ejido con mayor superficie de cultivo. La segunda localidad en fundarse fue Miguel Hidalgo, donde ya el nivel freático es más profundo y donde se tienen menores superficies para la agricultura, por lo que se dedica más a la actividad ganadera.<sup>27</sup> Por último, la localidad más reciente en la cuenca es el poblado de Mascareñas, el cual se dedica más a la ganadería que el ejido Santa Cruz y posee una menor población.

De acuerdo al censo agropecuario de 1990, el municipio de Santa Cruz tiene una mayor vocación hacia la agricultura con respecto a Nogales, ya que el primero posee 9 620 hectáreas de labor por tan sólo 1 464 de Nogales, siendo más ganadero este último (131 531 hectáreas con pastos). Respecto a los ejidos, Miguel Hidalgo posee 41 975 hectáreas de pastos, siendo la unidad de producción rural con mayor número de cabezas de ganado (4 260 cabezas). De igual forma, en ese año existían en la cuenca más tierras de labor en propiedad privada que en terrenos ejidales; sin embargo, en propiedad ejidal existe un mayor fraccionamiento de las parcelas. Esta concentración y fraccionamiento de las tierras permite que el ejido de Santa Cruz también concentre la infraestructura de riego, o por lo menos el número de pozos, ya que cuenta con 75 de ellos.

Lo anterior supone una mayor presión sobre la tierra por parte de los productores en el régimen ejidal. Como ejemplo de ello está que de las 436 hectáreas de labor en los ejidos de Nogales 420 son para uso agrícola, mientras que de las 526 hectáreas de labor en el municipio de Santa Cruz 502 son para ese uso. Por otra parte, la ocupación rural ha obedecido al proceso histórico que converge en la actividad agrícola y ganadera a través de la creación de los ejidos en el municipio de Santa Cruz, lo que indica que la propiedad ejidal representa el 57.1 por ciento de la ocupación agropecuaria de la cuenca y el 42.9 por ciento corresponde a la propiedad privada.

Para finalizar, las formas que presenta el relieve en la zona de estudio, aunado al sustrato geológico (tipo y dureza de las rocas), establecen un manejo específico del territorio. Para lograr mejores resultados, las prácticas agrícola-

<sup>27</sup>Esta actividad se refuerza por la presencia de un relieve que, en términos generales, se puede destinar a dicha actividad por ser una planicie inclinada (figura 3).

las se realizan principalmente en las unidades de terrazas, donde se tiene un uso intensivo a través de la agricultura de riego, dejando las zonas con mayor pendiente para la actividad ganadera. Sin embargo, debido a las pronunciadas pendientes que caracterizan a la unidad de lomeríos, los asentamientos humanos se enfrentan ante problemas de construcción y vialidad, como es el caso de la ciudad de Nogales, Sonora.

## CONCLUSIONES

Las formas de ocupación del territorio reflejan gran parte de las estrategias de explotación consideradas tanto por los habitantes de una región como por los tomadores de decisiones en un contexto más global. Las condiciones actuales de las formas del relieve, de origen fluvial (terrazas fluviales, glaciares y piedemonte), orientan en gran medida las prácticas productivas y la intensidad de explotación del territorio. Dichas formas del relieve juegan un papel bidireccional, ya que si bien proporcionan las condiciones necesarias para la actividad agrícola y ganadera, al integrar las características edafológicas de pendiente y humedad, también representan una limitación, tanto de forma como de tamaño, para la expansión de la agricultura hacia otras áreas.

En la Cuenca del Río Santa Cruz se definieron las estrategias de transformación del ambiente natural de acuerdo a las condiciones sociales, principalmente, a partir de la década de 1940 y 1960, con la creación del ejido Santa Cruz y la llegada de las empresas maquiladoras a la ciudad de Nogales. Los periodos aquí analizados reflejaron en forma general la valoración que sobre el ambiente natural se formaron los que detentaron la propiedad de la tierra: en primera instancia, una valoración ganadera y posteriormente una valoración agrícola.

El crecimiento demográfico, principalmente en el medio urbano, presenta una tendencia de sobreexplotación cada vez más fuerte de los recursos de la cuenca. El que Nogales sea una ciudad en constante crecimiento, por su condición de frontera, obliga a los responsables de la infraestructura del agua a ejercer una presión cada vez mayor sobre los escasos recursos hídricos. El crecimiento urbano se presenta en diferentes ritmos a los empleados por la naturaleza en cuanto a la regeneración de los recursos de la cuenca.

Las tendencias de la relación sociedad-ambiente natural en la cuenca se

ven cada vez más complejas conforme los recursos naturales son más escasos. El recurso agua es cada vez más escaso en la medida en que los ritmos de extracción urbana limitan el desarrollo de otras actividades, como en este caso el de la producción rural. De esta forma, mientras Nogales, Sonora, atraiga más flujos migratorios, ya sea a través de la industria maquiladora o de la propia movilidad de las personas hacia Estados Unidos, la Cuenca del Río Santa Cruz seguirá siendo una cuenca en sobreexplotación.

Finalmente, el que los recursos naturales de la Cuenca del Río Santa Cruz sean compartidos por México y Estados Unidos, que indudablemente difieren en la forma de aprovecharlos, representa también formas diferentes en la relación sociedad-naturaleza. La parte mexicana, tratada aquí, ha ido conformando relaciones sociedad-naturaleza que están permeadas por el impulso reciente de industrialización en toda la región fronteriza, con su consecuente crecimiento poblacional. Mientras tanto, la dinámica de las ciudades estadounidenses en esta región, si bien no representan una presión demográfica como en el caso de las ciudades mexicanas, orienta su influencia en los hábitos de consumo, como el del agua, hacia la presencia de estilos de vida que requieren altos volúmenes del recurso.

## ANEXO

TABLA 1. *Unidades del relieve en el piso del valle del río Santa Cruz, Sonora.*

<i>Unidad</i>	<i>Superficie (has.)</i>
Planicie de inundación	431.89
Terrazas fluviales	2 873.02
Glacis	6 404.06
Piedemonte	8 310.12
Laderas	59 822.95
Lomeríos	6 968.80
Planicie inclinada	2 309.16
Total	87 120.00

FUENTE: Elaboración propia con base en fotointerpretación a escala 1:50 000 (1973-1974), en blanco y negro.

TABLA 2. *Usos del suelo en la cuenca del río Santa Cruz.*

<i>Uso</i>	<i>Superficie (has.)</i>
Agricultura	1 773.14
Pastizal	306.93
Urbano	2 606.53
Mezquite	439.98
Encino	4 732.12
Agostadero	14 714.18
Varios	62 547.12
Total	87 120.00

FUENTE: Elaboración propia a partir de fotografía aérea a escala 1:75 000, de junio de 1994, e de imagen Landsat MSS de 1992.

TABLA 3. *Dinámica demográfica de Nogales, Sonora.*

<i>Año</i>	<i>Población total</i>	<i>Tasa de crecimiento</i>
1882	500	
1887	1 484	24.3
1891	2 500	13.9
1895	1 810	-7.8
1900	2 738	8.6
1910	3 177	1.5
1921	13 475	14.0
1930	14 061	0.5
1940	13 866	-0.1
1950	24 478	5.8
1960	37 657	4.4
1970	52 108	3.3
1980	66 292	2.4
1990	105 885	4.8
1995	130 955	4.3

FUENTE: Flores, 1987, p. 31, e INEGI, *Manual de Estadísticas Básicas del Estado de Sonora*, 1984; *Censo de Población y Vivienda*, 1990, y *Conteo de Población*, 1995.

TABLA 4. *Requerimientos históricos de dotación de agua en Nogales, Sonora.*

<i>Año</i>	<i>Población total</i>	<i>Volumen diario de agua requerido para la ciudad (m<sup>3</sup>/día)</i>
1882	500	100.0
1887	1 484	296.8
1891	2 500	500.0
1895	1 810	362.0
1900	2 738	547.6
1910	3 177	635.4
1921	13 475	2 695.0
1930	14 061	2 812.2
1940	13 866	2 773.2
1950	24 478	4 895.6
1960	37 657	7 531.4
1970	52 108	10 421.6
1980	66 292	13 258.4
1990	105 885	21 177.0
1995	130 955	26 191.0

FUENTE: La misma que la tabla 3 y CNA, 1992. Elaboración propia.

TABLA 5. *Crecimiento del área urbana de Nogales.*

<i>Año</i>	<i>Superficie (has.)</i>
1972	907.40
1986	1 822.48
1992	2 471.96
1997	2 695.02

FUENTE: Imágenes Landsat MSS 1972, 1986 y 1992 y TM 1997.

TABLA 6. *Dinámica demográfica del municipio de Santa Cruz, Sonora.*

<i>Año</i>	<i>Población total</i>	<i>Tasa de crecimiento</i>
1930	1 027	
1940	1 402	3.16
1950	1 458	0.39
1960	1 303	-1.12
1970	1 637	2.31
1980	1 587	-0.31
1990	1 476	-0.72
1995	1 407	-0.95

FUENTE: Censos Generales de Población y Vivienda: V, VI, VII, VIII, IX, X y X, y *Conteo de Población*, 1995.

TABLA 7. *Población rural de la cuenca del río Santa Cruz, Sonora, 1990.*

<i>Localidad</i>	<i>Población total</i>
Santa Cruz (cabecera municipal)	741
Cañada Ancha (")	5
Chivas, Las (")	16
Kosterlisky (")	12
Llano (")	24
Miguel Hidalgo (")	551
San Antonio (")	20
San Fernando (")	14
En localidades de 1 vivienda (")	78
En localidades de 2 viviendas (")	15
Centauro de la Frontera (mun. de Nogales)	17
Álvaro Obregón (")	12
López Mateos (")	115
Cárdenas Valdez (")	110
Total	1 730

FUENTE: INEGI, *XI Censo de Población y Vivienda*, 1990.

TABLA 8. *Infraestructura de bombeo de agua potable para la ciudad de Nogales, Sonora*

<i>Captación Urbana (Cuenca del Río Santa Cruz)</i>	<i>Gasto en litros por segundo</i>
Hidrogas	3.00
Las Garzas	3.00
El Chueco	3.00
El Raquet	8.00
La Cañada	4.00
Cocheras	4.00
Las Águilas	3.00
Las Palomas	3.00
Unidad Deportiva	8.00
Noria Unacad Deportiva	3.00
FOVISSSTE	1.00
Palenque I	3.00
Palenque II	1.00
Virreyes	3.00
COAPAES	4.00
5 de Mayo	3.00
Esperanza	4.00
Mariposas	12.00

<i>Captación Paredes-Santa Bárbara (Cuenca del Río Santa Cruz)</i>	<i>Gasto en litros por segundo</i>
Galería filtrante	80.00
Noria IV	20.00
Noria VII	20.00
P. Adolfo López Mateos	20.00
Noria Cárdenas Valdez	20.00
P. Santa Bárbara I	37.00
P. Santa Bárbara II	50.00

TABLA 8. *Continuación.*

<i>Captación Mascareña</i>	
<i>(Cuenca del Río Santa Cruz)</i>	<i>Gasto en litros por segundo</i>
Pozo La Casita I	15.00
Pozo La Casita II	5.00
Pozo Núm. 8	25.00
Pozo Núm. 5	25.00
Pozo Núm. 1	30.00
Pozo El Alamito	5.00
<i>Captación Los Alisos</i>	
<i>(Cuenca del Río Magdalena)</i>	<i>Gasto en litros por segundo</i>
Pozo Núm. 1	10.00
Pozo Núm. 3	65.00
Pozo Núm. 4	65.00
Pozo Núm 5	50.00
Pozo Núm. 6 (Saric)	60.00
Pozo Núm. 7 (Nomenay)	50.00
<b>CAPACIDAD DE BOMBEO TOTAL</b>	<b>725 LITROS POR SEGUNDO</b>

FUENTE: Secretaría de Infraestructura Urbana y Ecología, 1995, Gobierno del Estado de Sonora, "Plano 1/1 General de Captaciones y Conducciones".

## BIBLIOGRAFÍA

Almaraz Alvarado, Araceli, "La importancia de la cultura organizacional de las empresas maquiladoras en la ciudad de Nogales, Sonora", El Colegio de la Frontera Norte, Nogales, Sonora, 1997.

Cervera Gómez, Luis E., "Estudio de balance de agua en la Cuenca Binacional del Río Santa Cruz, Sonora", reporte de investigación, Dirección Regional de Nogales-El Colegio de la Frontera Norte, Nogales, Sonora, 1995.

———, "Planeación de la demanda de agua en Nogales, Sonora: la sustentabilidad de su utilización en una región", ponencia presentada en la Cuarta Reunión Nacional de Estudios Fronterizos, celebrada en Hermosillo, Sonora, los días 5 y 6 de diciembre de 1996.

———, y Jana Fry, "Recursos hidráulicos en la Cuenca Alta del Río Santa Cruz", fotocopias, 1995.

De Bolós, María (directora), *Manual de ciencia del paisaje*, Barcelona, España, Ed. Massón (Colección Geografía), 1992.

Derruau, Max, *Geomorfología*, Barcelona, España, Ediciones Ariel, 1970.

Dollfus, Oliver, *El espacio geográfico*, Barcelona, España, Oikos Tau, 1982.

Flores García, Silvia Raquel, *Nogales, un siglo en la historia*, Hermosillo, INAH/SEP/Secretaría de Fomento Educativo y Cultura del Estado de Sonora, 1987.

Gobierno del Estado de Sonora y H. Ayuntamiento de Nogales, Sonora, "Programa Municipal de Desarrollo Urbano del Centro de Población Nogales", Nogales, Sonora, 1994.

Hogan, Daniel Joseph, "Capacidad de carga poblacional. Rehabilitando un concepto", en Haydea Izazola y Susana Lerner (comps.), *Población y ambiente. ¿Nuevas interrogantes a viejos problemas?*, México, Sociedad Mexicana de Demografía/El Colegio de México/The Population Council, 1993.

Instituto Tecnológico de Sonora, "Avance del Proyecto Ambos Nogales", Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora, agosto de 1991.

Lara Valencia, Francisco, "Industrialización y urbanización en la frontera: el caso de Nogales, Sonora", en *Estudios Sociales. Revista de Investigación del Noroeste*, vol. IV, núm. 7, enero-junio de 1993, pp. 95-116.

Lara Valencia, Francisco, y otros, "Las ciudades de la frontera norte: Nogales, Sonora", reporte de investigación, El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, B. C., 1994.

Leff, Enrique, "Deterioro ambiental: el derrumbe de las fronteras", en *Demos*, núm. 3, 1990, pp. 25-26.

Lugo Hubp, *Diccionario Geomorfológico*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1989.

Méndez Sáinz, Eloy, "Formación de ciudades en la frontera norte de México", en *Revista de El Colegio de Sonora*, Hermosillo, año III, núm. 3, 1991, pp. 73-93. 1991.

Mestries, Francis, "Selvas, milpas y ganado: ¿por qué se extingue la selva de los Tuxtlas, Veracruz?", en *El Cotidiano*, año 8, núm. 47, 1992, pp. 50-55.

Monkhouse, F. J., *Diccionario de Términos Geográficos*, Barcelona, España, Oikos Tau, 1978.

Ojeda, Olga, y Vicente Sánchez, "La cuestión ambiental y la articulación sociedad-naturaleza", en *Estudios Sociológicos*, vol. 3, núm. 7, 1985, pp. 25-46.

Peña, Elsa, y Trinidad Chávez, "Ganadería y agricultura en la sierra", en *Historia contemporánea de Sonora. 1929-1984*, Hermosillo, Universidad de Sonora, 1991.

Ramírez, José Carlos, *La nueva industrialización de Sonora: el caso de los sectores de alta tecnología*, Hermosillo, El Colegio de Sonora, 1988.

———, "La nueva economía urbana", en *Historia contemporánea de Sonora. 1929-1984*, Hermosillo, Universidad de Sonora/Gobierno del Estado de Sonora, 1991, pp. 353-390.

Rodríguez Esteves, Juan Manuel, "Análisis del paisaje en la frontera norte de México: el caso del valle de Las Palmas, B. C.", tesis de maestría en administración integral del ambiente, El Colegio de la Frontera Norte/Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, Tijuana, B. C., 1996.

———, "Procesos de conformación urbana en la ciudad de Nogales, Sonora: 1880-1995", ponencia presentada en el XX Encuentro de la RNIU, "2° Congreso de Investigación Urbana y Regional: Balance y Perspectivas", durante la semana del 29 de septiembre al 3 de octubre de 1997, en Tlaxcala, Tlaxcala, México.

Rodríguez Esteves, Juan Manuel, y Luis Ernesto Cervera Gómez, "Población y transformación del ambiente en la Cuenca del Río Santa Cruz, Sonora: 1950-1995", ponencia presentada en el VI Congreso Internacional de Historia Regional, celebrado en Ciudad Juárez, Chihuahua, en noviembre de 1997.

Sánchez, Roberto, y Francisco Lara, "Manejo transfronterizo del agua en los dos Nogales: estrategias para Nogales, Sonora", reporte de investigación, El Colegio de la Frontera Norte, Nogales, 1992.

SARH, "Programa Municipal de Desarrollo Rural Integral 1986-1991 (Santa Cruz). Distrito de Desarrollo Rural No. 140", Magdalena, Sonora, 1986.

———, "Censo Agropecuario del Estado de Sonora", 1990.

Secretaría de Infraestructura Urbana y Ecología, "Plano 1/1 General de Captaciones y Conducciones", Gobierno del Estado de Sonora, 1995.

Solís Garza, Gilberto, y Philli Guertin, "Biodiversidad de la vegetación riparia en el río Santa Cruz, Sonora, México", reporte de investigación, Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas-Universidad de Sonora, Hermosillo, agosto de 1996.

SPP, *Carta de aguas superficiales*, Secretaría de Programación y Presupuesto/Instituto Nacional de Estadística, Geografía Informática, 1981.

Tudela, Fernando, "Población y sustentabilidad del desarrollo: los desafíos de la complejidad", en *Comercio Exterior*, vol. 43, núm. 8, 1993, pp. 698-707.

Wood, Charles H., "Temporalidades y escalas en competencia en el estudio de la población, el ambiente y la sustentabilidad", en Haydea Izazola y Susana Lerner (comps.), *Población y ambiente. ¿Nuevas interrogantes a viejos problemas?*, México, Sociedad Mexicana de Demografía/El Colegio de México/The Population Council, 1993.

## ENTREVISTAS

Sergio Montiel, presidente del comisariado ejidal y productor del ejido Santa Cruz, Sonora.

Ruben Lorta Cruz, productor del ejido Santa Cruz.

Ramón Ortega Lorta, presidente municipal de Santa Cruz, Sonora.

Lorenzo Dojáquez Rosas, productor del ejido Santa Cruz.

Alberto Domínguez Ríos, productor, del ejido Santa Cruz.

Ventura Rivera, presidente del comisariado ejidal y productor del ejido Miguel Hidalgo.

Productores del ejido Mascareñas.