

Efectos del aumento poblacional y del cambio de uso del suelo en los recursos hídricos en la microcuenca del río Ciruelas, Costa Rica¹

Natalia Ureña

nurena@catie.ac.cr

Francisco Jiménez

fjimenez@catie.ac.cr

J. Reynolds

Unversidad Nacional. jreynold@una.ac.cr

Jeffry Jones

CATIE. jjones@catie.ac.cr

Cornelis Prins

CATIE. kprins@catie.ac.cr



Foto: Lorena Orozco.

Aunque existe preocupación por parte de la población por el manejo actual deficiente del agua en la microcuenca del río Ciruelas, no existe suficiente liderazgo institucional ni organizacional para canalizar y coordinar esfuerzos y recursos tendientes a lograr una gestión integrada de los recursos hídricos en esta área.

¹ Basado en Ureña Retana, N. 2005. Efectos del aumento poblacional y del cambio del uso del suelo sobre los recursos hídricos en la microcuenca del río Ciruelas, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 170 p.

Resumen

El objetivo del estudio fue relacionar el aumento poblacional, los cambios de uso del suelo y las actividades humanas con el deterioro del recurso hídrico superficial y subterráneo en la microcuenca del río Ciruelas, subcuenca del río Virilla, Costa Rica, durante los periodos 1989-1998 y 1998-2003. El estudio demuestra que la mayor tendencia en la dinámica del uso del suelo en la microcuenca es hacia la expansión de los asentamientos humanos, y que la densidad poblacional en los cantones de la microcuenca presentó un crecimiento continuo. Según la percepción local, los planes reguladores municipales son herramientas urgentes y necesarias para realizar gestiones eficientes con respecto a los recursos hídricos. La falta de un sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento para aguas residuales es un problema en la microcuenca por falta de coordinación institucional y limitaciones económicas. En la microcuenca existe un alto grado de información e interés sobre la situación actual de los recursos hídricos; sin embargo, falta coordinación y comunicación entre los actores locales.

Palabras claves: Recursos hídricos; cuencas hidrográficas; agua superficial; aguas subterráneas; uso de la tierra; densidad de la población; río Ciruelas, Costa Rica.

Summary

Effects of the increase in population and change in soil use on water resources in the Ciruelas River microwatershed, Costa Rica.

The objective of the research was to relate the population increase, changes in soil use, and human activities with the deterioration of surface and underground water resources in the Ciruelas River microwatershed, Virilla River subwatershed, Costa Rica during a span of time from 1989-1998 and 1998-2003. The study demonstrated that the main tendency in soil use was toward the expansion of human settlements, and that population density showed a continuous growth. According to local perception, municipal regulatory plans are urgently needed to efficiently manage water resources. Lack of sewer and residual water treatments is a problem in the microwatershed due to poor institutional coordination and economic limitations. Among settlers, there is a high level of information and interest regarding the actual situation of water resources in the micro-watershed; nevertheless, there is neither coordination nor communication among local actors.

Keywords: Water resources; watershed; superficial water; underground water; land use; population density; Ciruelas River, Costa Rica.

Introducción

En Costa Rica, la expansión urbana se ha desarrollado en mayor escala en la zona central del país, donde se ubica la Gran Área Metropolitana (GAM). En esta región de 1700 km² se encuentran las ciudades de San José, Heredia, Alajuela, Cartago y muchos poblados que las rodean e interconectan para formar una gran zona urbana. Datos del censo poblacional del 2000 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo de Costa Rica (INEC 2001) indican que esta área posee más de dos millones de habitantes, lo que representa el 54% de

la población total, concentrada en el 3% del territorio nacional. Esta situación ha hecho que la demanda por recursos como el agua se concentre geográficamente y genere una fuerte presión sobre el recurso, la cual se manifiesta en la contaminación de las fuentes (superficiales y subterráneas) y otros problemas que afectan la salubridad y la calidad de vida de las personas.

Varios factores inciden en la creciente contaminación de aguas superficiales. Según el informe del Estado de La Nación (2002), el mayor problema es la falta de alcantarillados sanitarios en la GAM. Sin embargo,

la ausencia de tratamiento para las aguas residuales provenientes de actividades industriales y agropecuarias es también un serio problema, ya que la mayor parte se vierte directamente en los ríos o se descarga en los suelos. En Costa Rica, las aguas subterráneas representan una fuente importante de abastecimiento (más del 80%). El acuífero Barba es uno de los principales que abastecen áreas urbanas y semiurbanas de la GAM; entre ellas, parte de los cantones de Barva, Santa Bárbara y Alajuela. Este acuífero es el más superficial de los que abastecen la GAM y está formado por materiales de lava de mediana

a baja permeabilidad, lo que lo hace vulnerable a la contaminación. La microcuenca del río Ciruelas ocupa una parte importante del área que cubre el acuífero Barba.

Según Reynolds (2002), hasta ahora no hay estudios científicos suficientes que sirvan como un punto de partida para determinar parámetros necesarios para la regulación del buen manejo de los recursos naturales. El objetivo principal del presente estudio fue relacionar el aumento poblacional, los cambios de uso del suelo y las actividades humanas con el deterioro del recurso hídrico superficial y subterráneo en la microcuenca del río Ciruelas.

Metodología

El área de estudio comprende la microcuenca del río Ciruelas, ubicada dentro de la subcuenca del río Virilla, cuenca del río Grande de Tárcoles, vertiente del Pacífico (Fig. 1). El esquema de investigación incluyó una etapa inicial de recopilación de información base para el estudio, una etapa de aplicación de herramientas para recopilar información de fuentes primarias, otra etapa para la elaboración del mapa multitemporal de cambios de uso del suelo en la microcuenca y análisis de la información, y una etapa final de síntesis y planteamiento de recomendaciones. Para la revisión de antecedentes e información secundaria se tomó como referencia la literatura existente en el área de estudio: trabajos de tesis, informes técnicos y de proyectos, planes institucionales y regionales. La mayor parte de la información base de cada cantón, tales como planes reguladores, permisos de construcción y control de uso del suelo, se consultó en las municipalidades mismas.

Se utilizaron herramientas participativas para recopilar información secundaria, tales como talleres de consulta participativa y entrevistas semiestructuradas con los actores e informantes claves de la microcuen-

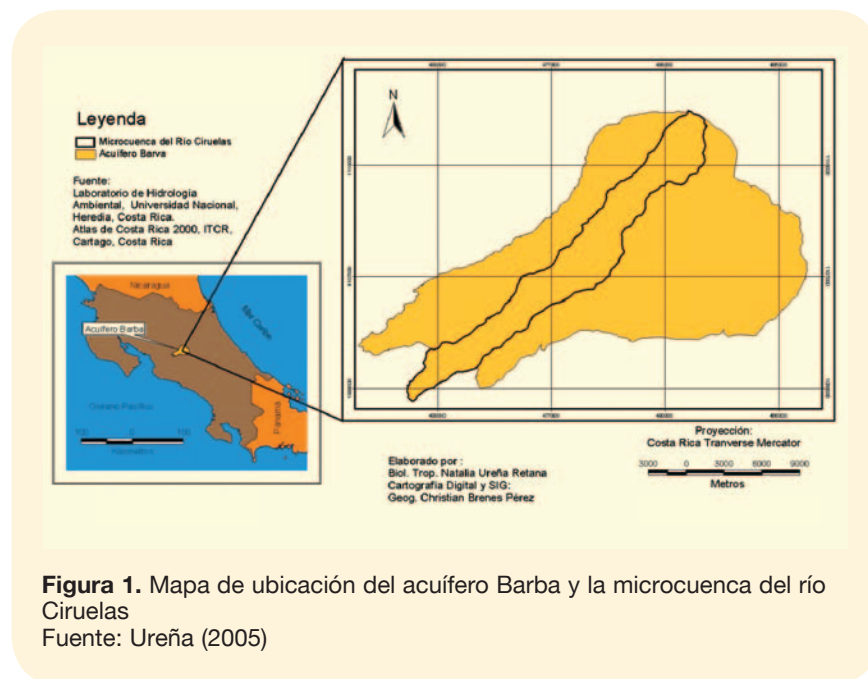


Figura 1. Mapa de ubicación del acuífero Barba y la microcuenca del río Ciruelas
 Fuente: Ureña (2005)

ca. Con esas herramientas se buscaba obtener información relevante y en forma rápida ofrecida por los actores locales. La temática central que se consideró en los talleres fue principalmente la situación actual de los recursos hídricos en los cantones de la microcuenca (Barva, Santa Bárbara y Alajuela).

Se realizó un análisis multitemporal del uso del suelo en la microcuenca para 1989, 1998 y 2003. La herramienta de análisis fue el Sistema de Información Geográfica (SIG), programa Arc View 3.3®. Como insumos se utilizaron las fotografías aéreas de los años mencionados; una vez ortorectificadas, se delimitó el área de estudio y se digitalizó sobre la misma (9034 ha). Se definieron cinco categorías de uso del suelo: cobertura boscosa, asentamientos humanos, pastos y charrales, café y otros cultivos (caña, hortalizas y viveros). Se elaboraron matrices de cambio del uso del suelo utilizando la extensión “Detección de cambios” de Arc View, con la cual se realizó la unión geométrica de las capas de uso del suelo para los tiempos estudiados.

Resultados y discusión

Cambios de uso del suelo

Las principales categorías de uso del suelo son la cobertura boscosa (23,8%), seguida por los asentamientos humanos y otros cultivos, cuyas áreas ocupan actualmente alrededor de 20,8% y 19,7%, respectivamente del área total de la microcuenca. Los pastos y charrales alcanzan un 19,2%, seguido del café con un 16,5% del área total (Cuadro 1).

El área de asentamientos humanos ha tenido cambios drásticos en la microcuenca, ya que es la categoría que más ha aumentado en los tres periodos analizados: 14,6% en 1989, 17,2% en 1998 y 20,8% en 2003 (Cuadro 1 y Fig. 2). La cobertura boscosa aumentó en un 2,6% de 1989 a 1998, pero disminuyó 2,9%, de 1998 al 2003, aunque la reducción neta para todo el periodo analizado fue de solamente 0,24% (Cuadro 1 y Fig. 2).

Dinámica de uso del suelo

De 1989 a 1998, la cobertura boscosa se incrementó en 351 ha (de 2173 ha a 2524 ha). Los asentamientos humanos cambiaron de 1323 ha a 1677 ha, con un cambio neto de

Cuadro 1.

Extensión por categoría de uso del suelo en la microcuenca del río Ciruelas, Costa Rica

Categoría de uso	Área (ha / %)		
	1989	1998	2003
Bosque	2.173 / 24,05	2.411 / 26,68	2.151 / 23,81
Asentamientos humanos	1.323 / 14,64	1.551 / 17,17	1.879 / 20,80
Pastos y charrales	2.238 / 24,78	1.421 / 15,73	1.737 / 19,22
Café	1.645 / 18,21	1.968 / 21,78	1.490 / 16,50
Otros cultivos	1.655 / 18,32	1.684 / 18,64	1.778 / 19,68
Total	9.034 / 100	9.034 / 100	9.034 / 100

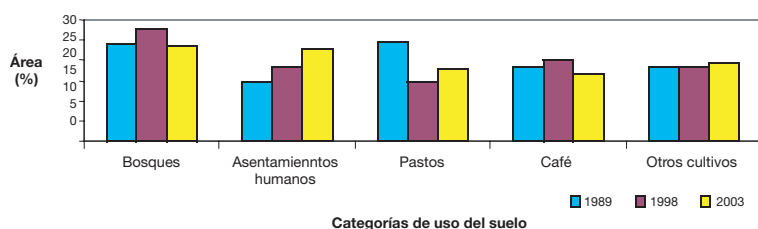


Figura 2. Porcentaje por categoría de uso del suelo en los años 1989 y 1998 en la microcuenca del río Ciruelas

354 ha. Los pastos disminuyeron de 2238 ha a 1335 ha, la mayor parte de los terrenos que cambiaron este uso se incorporaron a los bosques (21,6%). La cobertura de café cambió de 1645 ha a 1840 ha para un aumento de 195 ha, y la cobertura de otros cultivos varió poco (de 1655 ha a 1658 ha). En este periodo la mayor tendencia de uso fue el cambio de pasto a bosque, aunque también ya era evidente el aumento en asentamientos humanos (Cuadro 2).

En el periodo 1998-2003, las tendencias de cambio de uso del suelo presentaron variaciones en todos los usos (Cuadro 2). La cobertura boscosa disminuyó en 381 ha (de 2524 ha a 2143 ha). Los asentamientos humanos se incrementaron en 367 ha (de 1677 a 2044 ha). El 14,1% del bosque cambió a pastos; a la vez, los pastos cambiaron de 1335 ha a

1622 ha y el café de 1840 ha a 1484 ha en favor de los asentamientos humanos, lo cual significa el mayor porcentaje de cambio (14,2%). Lo mismo ocurrió con los otros cultivos que aumentaron de 1658 ha a 1742 ha, teniendo el mayor porcentaje de cambio (1,8%) a asentamientos humanos.

Lo anterior demuestra que la tendencia y, en general, la dinámica de uso del suelo en la microcuenca del río Ciruelas para el periodo 1998-2003 es hacia el aumento del área cubierta por asentamientos humanos. Con estas variaciones, es posible suponer que la tendencia de los bosques en la microcuenca sea, en primera instancia, a convertirse en pastos y luego a asentamientos humanos, lo cual evidencia la importancia de la gestión de los recursos hídricos debido al fuerte incremento de la urbanización.

Actividades humanas

La población en los tres cantones presentó un crecimiento considerable en los periodos analizados. Para el 2003, el cantón con la mayor densidad poblacional en la microcuenca era Alajuela con una densidad promedio de 15.415 hab./km², seguido por Santa Bárbara con 9271 hab./km². El menor cambio en la densidad poblacional se dio en el distrito de San José de la Montaña del cantón de Barva, que pasó de una densidad poblacional de 90 hab./km² en 1989 a 108 hab./km² en el 2003 (Figura 3). La población total de la microcuenca pasó de 75.237 habitantes en 1989 a 99.935 en 1998 y a 110.606 personas en el 2003, para una variación de la densidad poblacional de 833 a 1106 y 1225 hab./km² respectivamente.

La situación actual de las aguas superficiales y subterráneas en la zona de estudio es determinada principalmente por la demanda del recurso, el estado de la infraestructura disponible, la administración del recurso, el incumplimiento de la legislación, el uso del suelo y, en general, las actividades antrópicas que inciden directa o indirectamente.

La zona de estudio cubre parte de dos de las principales zonas agroindustriales del país: Heredia y Alajuela. En ellas se encuentran gran cantidad de actividades que generan aguas residuales. Según el diagnóstico realizado por ProDUS (2004), la mayoría de las plantas de tratamiento de aguas negras no funcionan (las de las ciudades de Alajuela y Heredia y 19 urbanizaciones cercanas), por lo que las aguas se descargan directamente a los ríos. En los sitios donde no se dispone de alcantarillado sanitario, muchas de las aguas negras se depositan directamente a los ríos; solo algunas casas cuentan con tanques sépticos y la correspondiente zona de absorción.

En la microcuenca, principalmente en el cantón de Alajuela, se ubican

Cuadro 2. Dinámica del uso del suelo (ha y %) de los años 1989 a 1998 y de 1998 al 2003 en la microcuenca del río Ciruelas, Costa Rica

USOS 1989	TRANSICIÓN DE USOS DE 1989 A 1998										ÁREA 1989
	B		AH		P		C		OC		
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
B	1934,9	89,0	50,4	2,3	105,1	4,8	36,4	1,7	46,1	2,1	2173
AH	0	0	1322,8	100	0	0	0	0	0	0	1323
P	482,8	21,6	189,4	8,5	1166,1	52,1	70,5	3,2	329,5	14,7	2238
C	60,5	3,7	32,5	2	15,1	0,9	1457,9	88,6	79,0	4,8	1645
OC	4	2,8	82	5	48,3	2,9	275,1	16,6	1203,4	72,7	1655
TOTAL	ÁREA POR USO EN 1998										9034
9034	2524		1677		1335		1840		1658		
USOS 1998	TRANSICIÓN DE USOS DE 1998 A 2003										ÁREA 1998
	B		AH		P		C		OC		
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
B	2106,4	83,4	36,1	1,7	355,3	14,1	4,1	0,2	22,3	0,9	2524
AH	0	0	1677,2	100	0	0	0	0	0	0	1677
P	32,8	2,5	38,4	2,9	1238,9	92,8	11,4	0,9	13,8	1,0	1335
C	0	0	262,1	14,2	25,2	1,4	1439,5	78,2	113,3	6,2	1840
OC	3,4	0,2	29,9	1,8	3,0	0,2	28,8	1,7	1593,0	96,1	1658
TOTAL	ÁREA POR USO EN 2003										9034
9034	2143		2044		1622		1484		1742		

B= bosques; AH= asentamientos humanos; P= pastos y charrales; C= café; OC= otros cultivos

gran cantidad de industrias; según ProDUS (2004), el auge del desarrollo industrial y de asentamientos humanos continúa favorecido por la infraestructura existente, la cercanía al principal aeropuerto internacional del país y porque la microcuenca forma parte de la GAM.

Los porcentajes de cobertura de recolección de desechos sólidos en la zona son altos (ProDUS 2004); sin embargo, se siguen depositando desechos en los ríos, lotes baldíos y calles. La recolección de desechos sólidos en los cantones de la microcuenca está a cargo de las municipalidades y empresas privadas, principalmente la WPP Continental de Costa Rica S.A. Es importante señalar que los sitios de disposición final de desechos deben cumplir con la legislación nacional, específicamente con el Reglamento de Rellenos Sanitarios. Sin embargo, ninguno de los cantones cuenta con un inventario de botaderos clandestinos.

Para efectos del estudio, se diferenciaron dos contextos (nivel nacional y nivel local y regional) para describir el marco legal, institucional y

organizacional que incide directa e indirectamente con el manejo de los recursos hídricos en la microcuenca del río Ciruelas.

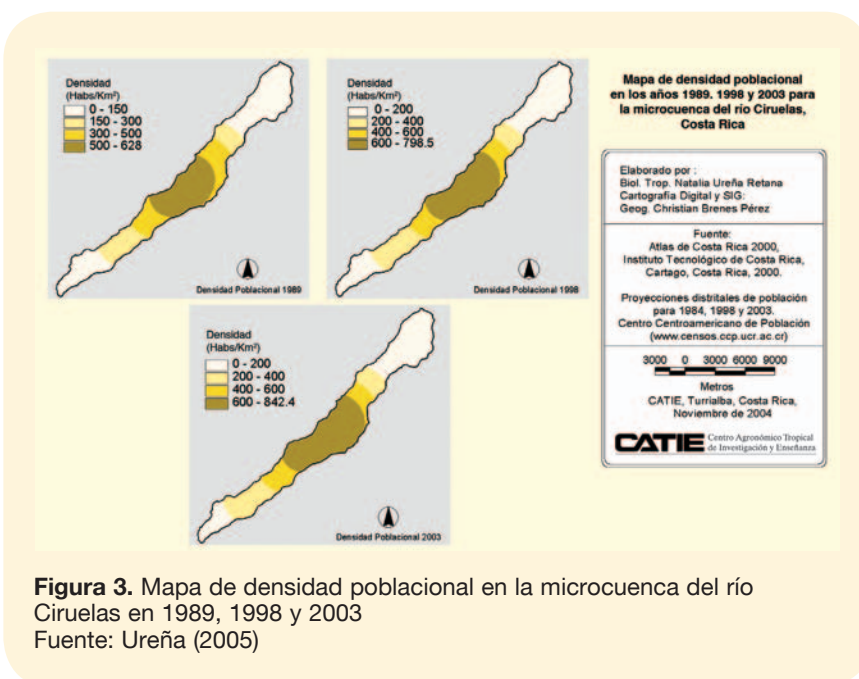


Figura 3. Mapa de densidad poblacional en la microcuenca del río Ciruelas en 1989, 1998 y 2003
Fuente: Ureña (2005)

Según Aguilar (2004), no existe un sistema de gestión integrado y planificado del recurso. Lo anterior se refleja en la dispersión y especificidad de competencias de las instituciones responsables. Así por ejemplo, en los cantones de Barva, Santa Bárbara y Alajuela existe una importante cantidad de organizaciones comunales establecidas formalmente y con competencias sobre el uso de los recursos naturales, tales como asociaciones de desarrollo, comités de salud y de aguas, comisiones ambientales municipales, consejos de distrito, entre otros. Sin embargo, las repercusiones de sus acciones en la gestión integrada de los recursos hídricos es muy limitada por falta de coordinación intersectorial e interinstitucional.

Las organizaciones locales funcionan con una dinámica lenta y mecanismos que restringen la participación popular en la toma de decisiones y en la generación de iniciativas para el manejo ambiental en la microcuenca. De las tres municipalidades, solamente la de Alajuela cuenta con una oficina ambiental.

La mayoría de las instituciones estatales relacionadas con la gestión y administración de los recursos hídricos en la microcuenca ejercen acciones centralizadas. Por ejemplo, las oficinas regionales del MINAE y del Ministerio de Salud se ubican en otros cantones de la provincia de Heredia con contextos distintos al que se vive en Barva, y específicamente en San José de la Montaña (distrito ubicado dentro de la microcuenca).


En cuanto al manejo de los recursos hídricos en la microcuenca, los pobladores locales opinan que es evidente la descoordinación interinstitucional y la ineficiencia de los organismos responsables; además, hay poca conciencia ambiental, poca planificación y regulación de las acciones y las leyes no se cumplen. También se menciona la urgencia de aplicar planes reguladores y de que se actualice la legislación con respecto al recurso hídrico a nivel nacional.

Conclusiones

- En la microcuenca del río Ciruelas el proceso de expansión urbanística está estrechamente asociado al crecimiento poblacional. En el periodo de 1989 a 1998 el desarrollo de asentamientos humanos se realizó principalmente en áreas que estaban bajo pastos y terrenos baldíos, mientras que en los últimos años en áreas dedicadas al cultivo del café.
- El desarrollo urbanístico e industrial desordenado y la falta de cultura ambiental son de los factores que más contribuyen a la contaminación hídrica en la microcuenca.
- Aunque existe preocupación por parte de la población por el manejo actual deficiente del agua en la microcuenca del río Ciruelas, no existe suficiente liderazgo institucional ni organizacional para canalizar y coordinar esfuerzos y recursos tendientes a lograr una gestión integrada de los recursos hídricos en esta área. Es urgente un proceso de planificación, ordenamiento territorial y concertación, con participación amplia de los actores claves de la microcuenca, para implementar acciones para esta gestión integrada.

Recomendaciones

Es necesario que en los planes reguladores municipales se incluya el enfoque territorial y de cuencas como sistema de planificación, más que el

enfoque administrativo y político. Es imprescindible que haya coordinación entre las municipalidades de Barva, Santa Bárbara y Alajuela, si se pretende ejecutar un plan a nivel de microcuenca. Por otra parte, se deben promover programas municipales de divulgación, comunicación y coordinación de acciones con las organizaciones e instituciones locales, dejando de lado los aspectos sociopolíticos; este aspecto es clave si se quiere impulsar un programa de pago de tarifa hídrica. Además, se debiera implementar el canon por vertidos, como un instrumento clave para la disminución de excretas en la microcuenca, sobre todo en el cantón de Alajuela donde se concentra la mayor área industrial, e incentivar a las industrias y productores para que apliquen tecnologías limpias. 

Agradecimientos

Al personal de la Escuela de Posgrado del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); al Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) por la ayuda financiera parcial de la investigación; a las comunidades y municipalidades de los cantones de Barva, Santa Bárbara y Alajuela; al Laboratorio de Hidrología Ambiental de la Universidad Nacional (UNA) y a las personas e instituciones que de una u otra manera apoyaron el estudio.

Literatura citada

- Aguilar, A. 2004. Hacia una nueva ley del agua: Memoria de un proceso de construcción participativa. San José, CR, CEDARENA. 85 p.
- Proyecto Estado de La Nación. 2002. Estado de La Nación en Desarrollo Humano Sostenible: séptimo informe 2000. San José, CR.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2001. IX Censo Nacional de Población y V de Vivienda. Resultados Generales. San José, CR, INEC. 220 p.
- PRODUS (Programa de Investigación de Desarrollo Urbano Sostenible). 2004. Diagnóstico biofísico y socioeconómico para el proyecto "Adaptación del sector hídrico al cambio climático en Costa Rica". Informe presentado al Instituto Meteorológico Nacional. San José, CR, IMN. 121 p.
- Reynolds, J. 2002. Manejo integrado de aguas subterráneas: un reto para el futuro. San José, CR, EUNED. 325 p.
- Ureña Retana, N. 2005. Efectos del aumento poblacional y del cambio del uso del suelo sobre los recursos hídricos en la microcuenca del río Ciruelas, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 170 p.