

CIO

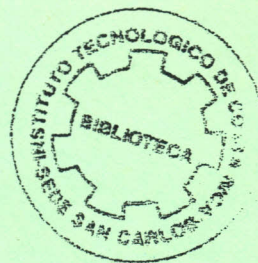
333.73

E82et

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS
ESCUELA DE CIENCIAS Y LETRAS**

ESTUDIOS SOBRE LA CUENCA DEL RÍO SAN CARLOS

**FRANCISCO RODRÍGUEZ
ADOLFO CHAVES
(COMPILADORES)**



Francisco Rodríguez
Adolfo Chaves
Compiladores

Estudios sobre la Cuenca del Río San Carlos

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Sede Regional San Carlos
Ciencias y Letras

333.73
E79e

ITCR
BIBLIOTECA



17341

*Recopilado
en
Junio - Julio
2007*

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS
ESCUELA DE CIENCIAS Y LETRAS**

ESTUDIOS SOBRE LA CUENCA DEL RÍO SAN CARLOS

**FRANCISCO RODRÍGUEZ
ADOLFO CHAVES
(COMPILADORES)**



PRESENTACIÓN	ii
INTRODUCCIÓN	2
LA CUENCA DEL RÍO SAN CARLOS. CARACTERIZACIÓN HISTÓRICA, ECONÓMICA, SOCIAL Y AMBIENTAL	
Francisco Rodríguez Barrientos	18
CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS EN LA CUENCA DEL RÍO SAN CARLOS (1994-1998)	
Francisco Rodríguez, Adolfo Chaves	68
CONDICIÓN SOCIOECONÓMICA Y PRÁCTICAS CULTURALES EN NUEVE COMUNIDADES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO TRES AMIGOS, CUENCA RÍO SAN CARLOS	
Francisco Rodríguez, Adolfo Chaves	92
CONTAMINACIÓN ACTUAL DE LA CUENCA DEL RÍO SAN CARLOS CON COLIFORMES FECALIS Y TOTALES	
Adolfo Chaves, Zaire González, Jesús Mora, Francisco Rodríguez	115
EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA CUENCA DEL RÍO SAN CARLOS	
Adolfo Chaves, Eida Solís, Jesús Mora, Francisco Rodríguez	126
ESTUDIO FÍSICOQUÍMICO DE LOS AFLUENTES DEL RÍO SAN CARLOS	
Adolfo Chaves, Fredy Araya	136
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO SAN CARLOS, UTILIZANDO COLIFORMES COMO INDICADORES DE CONTAMINACIÓN	
Zaire González Carranza	144
DIVERSIDAD, BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE LOS INSECTOS ACUÁTICOS	
Monika Springer	158
ANÁLISIS ESTADÍSTICO-MATEMÁTICO DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE LAS VARIABLES FÍSICO QUÍMICAS EN LA CUENCA DEL RÍO SAN CARLOS	
Nicolás Quintana, Fredy Araya, Adolfo Chaves	167

PRESENTACIÓN

La Cuenca del Río San Juan (CRSJ) abarca un área de 38.569km². El 64% del área terrestre de la CRSJ se encuentra en el Sur de Nicaragua y el 36% en el Norte de Costa Rica. Su área de planificación comprende los subsistemas del Lago Cocibolca o de Nicaragua (23.848Km²) y del Río San Juan (10.937 Km²), a las que por vínculos naturales se han sumado cuatro subcuencas menores, pero de dimensiones significativas, siendo éstas las de los ríos Indio-Maíz en Nicaragua (2,463 Km²), y Colorado y Tortuguero en Costa Rica (1.321km²).

En la XIII Cumbre de Presidentes Centroamericanos, celebrada en Panamá en diciembre de 1992, los gobiernos de Costa Rica y Nicaragua consiguieron el apoyo por parte del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización de los Estados Americanos (OEA) para que éstos los asistieran en la preparación del Estudio de Diagnóstico Ambiental de la CRSJ. Este trabajo fue realizado entre 1995 y 1996, siendo publicado como *"Estudio de Diagnóstico de la Cuenca del Río San Juan y Lineamientos del Plan de Acción"*.

En 1998 los gobiernos de Costa Rica y Nicaragua negociaron y recibieron una donación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) para preparar un Documento de Proyecto que permitiera obtener recursos para la formulación de un *"Plan Estratégico de Acción para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos y el Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Río San Juan y su Zona Costera" (PEA)*. Como uno de los resultados de este proceso en 1999 las unidades técnicas del MINAE y el MARENA, con la asistencia técnica del PNUMA y de la Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de la Organización de Estados Americanos (UDSMA), realizaron un "Análisis de Diagnóstico Transfronterizo" (ADT), en el cual se identificaron los principales problemas ambientales de la CRSJ, sus causas, raíces y la cadena causal, así como sus elementos transfronterizos.

En el marco del componente **Educación y capacitación para la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales**, se ha formulado el Proyecto Demostrativo ***"Educación Ambiental en el Cantón de San Carlos"***. Los ejecutores directos en el territorio son el Área de Conservación Arenal Huetar Norte (ACAHN) y la Municipalidad de San Carlos.

La Municipalidad del Cantón de San Carlos y la Dirección del ACAHN, conscientes del problema y queriendo ser parte de la solución, con la participación de estudiantes, empresas, Ongs, grupos organizados, instituciones públicas y privadas y público en general, desean hacer un aporte relevante que contribuya al mejoramiento de la calidad de vida de toda la población de los trece distritos que conforman el cantón. En esta línea creemos que el apoyo al presente documento que contiene trabajos de investigación realizados durante los últimos años por la Escuela de Ciencias y Letras de la Sede Regional San Carlos del ITCR ayuda al propósito de divulgar en la sociedad civil y política locales valiosa información sobre la situación ambiental de la región, siendo al mismo tiempo excelente instrumento para crear una necesaria conciencia ciudadana acerca de nuestra común responsabilidad con los recursos naturales, base indispensable de nuestra existencia presente y futura.

M.B.A. Marco Luis Camacho Huertas
ALCALDE MUNICIPAL

M.Sc. Fausto Alfaro Morales
DIRECTOR ACAHN-MINAE

INTRODUCCIÓN

La relación humana con la naturaleza ha sido cambiante a lo largo de la historia. En un principio se limitó a la simple *ocupación* (Bifani, 1997) del territorio, sin que el *impacto ambiental* fuera importante, habida cuenta de lo reducido de los grupos humanos, dedicados básicamente a la recolección, la caza y la pesca (Harris, 1989). Sin embargo, a medida que la *capacidad técnica* del hombre fue mejorando, aumentó su adaptación y dominio del medio natural (Bifani, 1997). Al tiempo que se incrementa la población, aumenta la intensificación en la explotación de los recursos naturales (Harris, 1989; Ponting, 1992), a veces con consecuencias desastrosas para varias sociedades que sobrepasaron la capacidad del entorno natural de mantenerlas (Harris, 1989). Eso sucedió en varios sitios, como la Mesopotamia (Ponting, 1992) y en América, en la isla de Pascua (Ponting, 1992) y en el espacio geográfico ocupado por la antigua civilización maya (Harris, 1989). Este desajuste provocó grandes depresiones demográficas y la decadencia inevitable de las sociedades y las civilizaciones.

La Revolución Industrial marca un hito decisivo en la relación de la sociedad humana con la naturaleza, pues a partir de este momento se intensificará la explotación de los recursos naturales. Los efectos ya no son ahora simplemente locales sino que se extienden al conjunto de la biosfera (Fernández y Riechmann, 1995), creando desequilibrios que representan una seria amenaza contra la sobrevivencia de la especie humana y de las demás especies (Antón, 1999; Ander-Egg, 1985; Fernández y Riechmann, 1995). El *efecto invernadero* y su influencia en el cambio climático del planeta es un ejemplo del impacto global que los actuales sistemas productivos (entre ellos los agrosistemas) ejercen sobre el entorno natural.

La conquista europea de América significó el inicio de un proceso de enorme destrucción ambiental. No solamente se eliminaron millones de personas, sino que la naturaleza americana fue saqueada: los bosques fueron arrasados para dar paso a los pastizales y a las sementeras; las técnicas agrícolas usadas por

aztecas e incas se descuidaron, lo cual facilitó los procesos erosivos (Hedstrom, 1990; Mires, 1990). La Conquista también entroncó una visión según la cual la naturaleza debía ser conquistada y era un medio para obtener poder (Mires, 1990).

Los siglos siguientes vieron acelerarse la destrucción de los recursos naturales de América Latina. Durante mucho tiempo, las mayores tasas de destrucción forestal y la pérdida de biodiversidad han pertenecido al subcontinente, siendo sumamente graves la pérdida de suelos por erosión, salinización y anegamiento, hasta el punto de que son más las tierras agrícolas que se abandonan que las nuevas que se ponen a producir (Agarwall y otros, 1993; Ander-Egg, 1985; Bifani, 1997; FAO, 1995; Hedstrom, 1993; PNUMA, 2000; Winograd, 1995). La principal responsable de la destrucción y contaminación de los recursos naturales y de la contaminación ambiental de América Latina es la *agricultura de exportación* (y lo mismo sucede en el resto del mundo, especialmente en los países en desarrollo) (Antón, 1999; Bifani, 1997; FAO, 1995; Martínez Alier, 1994; Shiva, 1995). Pero también los sectores sociales lanzados a la pobreza por la dinámica económica globalizada contribuyen a la destrucción del medio ambiente con la llamada *"agricultura migratoria"* (deforestación de bosques; labores agrícolas por poco tiempo en tierras sin tal vocación; contaminación de ríos por los trabajos auríferos, etc.) (Antón, 1999; Bifani, 1997; FAO, 1995; Mires, 1990).

Costa Rica es un país con serios problemas ambientales (Astorga y otros, 2000; Boyce y otros, 1994; Estado de la Nación, 1997, 1998, 1999; Estado de la Región, 1999; Hedstrom, 1993; Maldonado y Ramírez, 1991; Rodríguez, 2001a), y lo mismo puede decirse de la cuenca del río San Carlos, problemas que tienden a agravarse con el paso del tiempo, porque no se estudian con rigor las causas que los producen, ni tampoco se implementan las medidas pertinentes de recuperación y manejo de los recursos naturales. En este sentido, el país y sus diferentes regiones necesitan una mayor investigación científica en el campo ambiental, de la que puedan surgir tecnologías más sostenibles y mejores pautas para el manejo de los recursos naturales, especialmente en el ámbito geográfico, económico, social, político y cultural conformado por las cuencas hidrográficas.

Desde los años 1970 va quedando cada vez más claro que la destrucción de los ecosistemas – y de los recursos naturales que contienen – pone en peligro la continuidad de la economía. Por eso desde fines de los años 1980 se pone en boga el concepto de desarrollo sostenible, salido a la luz pública en el informe **NUESTRO DESTINO COMÚN** (1987), patrocinado por las Naciones Unidas (Rodríguez, 2001a). La formulación inicial del concepto fue objeto de duras críticas, porque ponía el énfasis en los aspectos económicos, estando los demás subordinados (lo social, lo político y lo cultural) (Cuello, 1997; Mármora, 1993; Mora, 1994, 1998; Martínez Alier, 1994), asignando, además, la mayor cuota de responsabilidad por la destrucción del medio ambiente sobre los sectores empobrecidos y no sobre la agricultura comercial. Se buscaba compatibilizar el desarrollo económico con la adecuada reproducción de los ecosistemas que proporcionaban los recursos naturales utilizados en las actividades productivas, de tal manera que tales recursos pudieran ser aprovechados tanto por las actuales como por las futuras generaciones. De aquí que el informe propiciara el crecimiento económico como única vía de enfrentar adecuadamente los problemas del medio ambiente en los países del Tercer Mundo. Empero, esta receta se ha mostrado falsa ya que es posible compatibilizar el crecimiento económico con mayores índices de pobreza y de destrucción medioambiental, lo cual no debe sorprender, considerando los imperativos de una economía dispuesta tan sólo para suministrar ganancias en el corto plazo y para quien los daños ambientales no pasan de ser simples “*externalidades*”. Estas preocupaciones por el medio ambiente obedece a su relevancia en los procesos productivos, no a su importancia intrínseca (Bifani, 1997; Martínez Alier, 1994; Mármora, 1993; Mora, 1998; Norgaard, 1997; Rodríguez, 2001 a).

Sin embargo, los aportes teóricos posteriores van a insistir también en otros dos aspectos esenciales. A saber: la necesidad de repartir de modo equitativo la riqueza socialmente producida y el imperativo de que la sociedad civil (regiones, comunidades, ciudadanos organizados) participe activamente en las decisiones que le incumben, incluyendo, por supuesto, aquellas que tienen que ver con *la gestión de los recursos naturales y del medio ambiente* (Chaves, 2000; IICA, 1992;

Mármora, 1993; Rodríguez, 2001 a, 2001 b; Valverde, 2000 a, 2000 b). En otras palabras: el desarrollo sostenible implica un *nuevo modo de producir* que armonice las necesidades de la producción con la reproducción de los ecosistemas; la *equidad social*, al defender una justa distribución de la riqueza y la *democratización de la sociedad*, pues insiste en una amplia participación popular y comunal en la toma de decisiones (Chaves, 2000; IICA, 1992; Mármora, 1993; Rodríguez, 2001b; Valverde, 2000 a, 2000 b).

El acceso, uso y conservación de los recursos naturales no puede dejarse al azar de los intereses privados, especialmente si están acicateados por el lucrocentrismo cortoplacista, sino que debe implementarse un plan general de manejo aceptado, respetado y cumplido por todos. Resulta obvio que las personas sólo van a respetar normativas y restricciones en las cuales hayan participado y que, por ende, no sientan como impuestas. Lo anterior también requiere de una progresiva concientización de la población por conservar los recursos naturales de la cuenca (en el caso que ocupa los trabajos de este libro, de la cuenca del río San Carlos). En el momento presente se vuelve indispensable la participación comunal y la gestión de los recursos naturales (por ejemplo: el diseño y ejecución de un plan de manejo integral de una cuenca hidrográfica) es uno de los ámbitos fundamentales en la que dicha participación debe ejercerse (Rodríguez, 2001b).

Las *cuenas hidrográficas* son un espacio multidimensional idóneo para la gestión participativa y comunitaria de los recursos naturales, pero también para conservarlos, o recuperarlos cuando se encuentren deteriorados o los paisajes contaminados. Pero dentro de una cuenca también se puede ordenar y planificar el acceso y uso de los recursos y servicios naturales, utilizando como medida geográfica a las *subcuencas* o a las *microcuencas*, dependiendo de la magnitud de la cuenca principal.

Debido a la compleja multicausalidad de fenómenos que intervienen en la destrucción y contaminación de las cuencas, el trabajo científico debe ser interdisciplinario. De lo contrario se tendrán visiones parciales y sesgadas de una realidad dinámica y compleja. Esta relevancia se vuelve más evidente en el caso concreto de la cuenca del río San Carlos, de cuyos recursos naturales (y de su

adecuada gestión) dependen la economía y la sociedad regionales. La investigación que aquí se propone pretende dar elementos teóricos, metodológicos y empíricos para un mejor manejo de los recursos naturales que son vitales para los agrosistemas y las comunidades ubicados en el ámbito geográfico de la cuenca del río San Carlos.

Costa Rica ha visto en el último medio siglo como sus ecosistemas fueron seriamente destruidos, dañados o contaminados por la acción de los agrosistemas, los procesos industriales y los desechos domésticos. Los datos sobre la destrucción ambiental en Costa Rica son alarmantes. Todavía a finales del siglo XIX el país tenía una cobertura forestal del 90%, que bajó a 70% en 1950 y al 30% a principios de la década de 1980 (Maldonado y Ramírez, 1991; Rodríguez, 2001 a; Winograd, 1995). La intensa deforestación también influyó en la acelerada pérdida de biodiversidad, pérdida aumentada por la contaminación de los ecosistemas acuáticos (ríos, lagos, humedales) y por la destrucción de los arrecifes de coral, especialmente de la costa caribe (Hedstrom, 1993; Rodríguez, 2001 a). La pérdida de su biodiversidad representa para Costa Rica el desaprovechamiento de recursos que pudieron emplearse en la industria alimenticia, química y farmacéutica, el turismo, etc., con lo cual derrocha la posibilidad de un desarrollo futuro autónomo y más sostenible (Monge, 1991). Lo anterior tampoco considera el uso recreativo (y estético) de los bosques. Pero la deforestación también influye en el ciclo hidrológico, disminuyendo las existencias del líquido, lo cual puede afectar el abastecimiento de la población, incluso en el corto plazo (Reynolds, 1997). La deforestación (y otras prácticas destructivas) están propiciando, igualmente, la desaparición (o el peligro de desaparición) de varias especies, algunas de ellas endémicas (Winograd, 1995). Latinoamérica es el continente con más especies en peligro de extinción en razón de su rica biodiversidad y de la virulencia de la deforestación (Hedstrom, 1990; PNUMA, 2000; Winograd, 1995). Por otra parte, la deforestación suele afectar las partes altas de las cuencas, propiciándose los procesos erosivos y el arrastre de sedimentos en las temporadas lluviosas, con el consecuente riesgo para las

comunidades ubicadas en las partes bajas de las cuencas (Gomáriz, 1999; Rodríguez, 2001). No es de sorprender, entonces, el aumento detectado en Centroamérica relacionado con el número de desastres naturales y su mayor poder destructivo, con graves impactos humanos, ambientales, sociales y económicos (Estado de la Región, 1999; Gomáriz, 1999; Rodríguez, 2001 a).

El uso de plaguicidas en el país es el más alto de América Latina, tanto en kilogramos/ha como *per cápita* (Boyce y otros, 1994; Hedstrom, 1993; Rodríguez, 2001 a) y es muy intenso en los productos de exportación *tradicionales* (como el café y el banano); en los *no tradicionales* (como ornamentales) y en las *hortalizas*, lo cual está provocando la contaminación de las aguas superficiales (muchas de las cuales se utilizan para riego agrícola), de los acuíferos, suelos, humedales y arrecifes de coral (Astorga y otros, 2000; Boyce y otros, 1994; Hedstrom, 1993; Estado de la Nación, 1999; Rodríguez, 2001 a). El resto de los países centroamericanos (especialmente Honduras, El Salvador y Guatemala) siguen a Costa Rica en cuanto al uso de plaguicidas por hectárea (Estado de la Región, 1999; Rodríguez, 2001 a; Winograd, 1995).

Los desechos de los beneficios cafetaleros fueron hasta fecha reciente uno de los principales responsables en la contaminación de las cuencas hidrográficas de Costa Rica (Maldonado y Ramírez, 1991; Estado de la Nación, 1999). Los desechos industriales y mineros (tajos) son una causa importante en la contaminación de las cuencas de los ríos Grande de Tárcoles y Reventazón (Astorga y otros, 2000; Proyecto Estado de la Nación, 1999; Reynolds, 1997). Pero también los desechos domésticos, especialmente las aguas negras, son una fuente cada vez más relevante de contaminación sobre las distintas cuencas hidrográficas del país (Astorga y otros, 2000; Estado de la Nación, 1999). El hecho de que los alcantarillados existentes en los principales centros urbanos del país estén muy deteriorados debido a su antigüedad y al poco o nulo mantenimiento que reciben es otro factor que incrementa la contaminación en los cuerpos de agua de varias cuencas hidrográficas (Astorga y otros, 2000; Estado de la Nación, 1999).

La pérdida de suelos es otro importante problema ambiental derivado de la dinámica de los agrosistemas, tanto de los dedicados a la exportación como de los que dirigen su producción al mercado interno. Algunos cálculos estiman que la mitad de los suelos agrícolas del país tienen problemas de erosión (Rodríguez, 2001 a), a lo que habría que agregar que el 72% de los suelos productivos del país se encuentran en regiones quebradas, las cuales son más vulnerables a la erosión, fenómeno que se repite para buena parte de la región centroamericana (Winograd, 1995). En Costa Rica la constante expansión de las zonas urbanas es una relevante causa en la pérdida de suelos agrícolas. Muchos de los suelos más fértiles del país, los del Valle Central, se encuentran ahora bajo cemento y asfalto, y esta situación se repite en casi todo el país (por ejemplo en Ciudad Quesada, situada en la parte alta de la cuenca del río San Carlos). Pero la urbanización ha tenido un carácter desordenado y sin control, por lo cual se han *sellado* áreas que servían para la recarga de acuíferos (Astorga y otros, 2000; Estado de la Nación, 1999), agravando la disponibilidad del recurso hídrico para la población o para fines productivos.

Costa Rica enfrenta actualmente una crisis de agua que está afectando a buena parte de la población de la Gran Área Metropolitana (GAM) y a otras regiones del país. Ya están surgiendo conflictos por el agua debido a los diferentes usos que tiene el recurso: domésticos, industriales, por los agrosistemas y por la expansión turística (Astorga y otros, 2000; Estado de la Nación, 1999). Los conflictos más recientes se han producido en la provincia de Guanacaste, donde el líquido de acuíferos que abastecían a varias comunidades costeñas fue desviado hacia proyectos turísticos, lo que suscitó la oposición de los habitantes (Estado de la Nación, 1999). En Guanacaste el agua escasea y simultáneamente se están desarrollando proyectos turísticos de grandes dimensiones, lo que hace prever más conflictos en los próximos años. A medida que aumente la contaminación de las aguas superficiales, las empresas industriales y agropecuarias se verán obligadas a recurrir a los acuíferos, en detrimento de las necesidades domésticas, lo cual desatará casi seguramente la abierta oposición de las comunidades y regiones perjudicadas, situación que se

Carlos tarde o temprano, tomando en cuenta la gran contaminación que existe en las aguas superficiales de la cuenca del río San Carlos (Mora y otros, 2000). Este conflicto no es ninguna exclusividad costarricense, sino que se presenta de modo creciente en casi todo el mundo (Worldwatch Institute, 2000).

Las consecuencias sobre el medio ambiente de los distintos ciclos productivos como la deforestación – especialmente la realizada en las partes altas de las cuencas –, el aceleramiento en las tasas de erosión, o la mala gestión agrícola – que excluye prácticas de conservación y recuperación de suelos o de prácticas reforestadoras y el empleo de maquinaria agrícola pesada en la preparación de los terrenos –, aunado a la concentración de sectores sociales, sobre todo de los más pobres o empobrecidos, en lugares altamente vulnerables, están propiciando la frecuencia y mayor poder destructor de los llamados *fenómenos naturales* (Estado de la Región, 1999; Gomáriz, 1999; Lavell, 1994; Maskrey, 1994), aunque quizás sería más conveniente llamarlos *desastres sociales* (Rodríguez, 2001 a). Tanto la crisis del agua como la mayor frecuencia de los desastres naturales son consecuencias de la relación destructiva que las sociedades centroamericanas establecieron con su entorno natural (Gomáriz, 1999; Lavell, 1994; Maskrey, 1994; Rodríguez, 2001 a).

Esta destrucción, deterioro y contaminación del medio ambiente regional está poniendo un serio interrogante sobre el futuro de la región, **tanto en términos económicos** (es decir, la factibilidad de proseguir actividades productivas con una base material menguante de recursos naturales) como **sociales** (pues toda sociedad se sostiene sobre una determinada dotación de recursos naturales). En este sentido, *la reproducción en el tiempo de la base material ecosistémica* – que es la que permite la generación de recursos naturales (Mora, 1994, 1998) – *debe ser uno de los principales objetivos de cualquier sociedad*, en este caso concreto, de la sociedad sancarleña. Por la información disponible puede hipotetizarse que la dinámica productiva actual de los agrosistemas imperantes en la cuenca del río San Carlos es poco o nada sostenible y lo mismo puede decirse respecto a ciertas características socioeconómicas de la población, que coadyuvan a intensificar el impacto en los ecosistemas de la región. Lo anterior hace imperativo realizar

germinación y consolidación de una *identidad* de parte de los pobladores, es decir, sentidos de pertenencia y lealtad hacia el territorio de la cuenca (Rodríguez, 2001 b). Asimismo, en la cuenca existe una organización política del territorio (a nivel provincial, cantonal o distrital, para hablar de las subdivisiones políticas prevalecientes en Costa Rica), que en la cuenca del río San Carlos está muy determinada por el carácter del poblamiento y de las actividades económicas (Rodríguez, 2001 b).

Casi todos los que han investigado el cantón de San Carlos resaltan las diferencias entre la "*franja sur*", ubicada casi enteramente en la cuenca del río San Carlos, y la "*franja norte*", que está constituida por los distritos de Pocosol, norte de Cutrís y Venado (Altemburg, 1990; Estado de la Nación, 1997; Molina, 1978, 1996; Rodríguez, 2001 b). La primera puede ser considerada como el *San Carlos histórico*, pues fue el territorio sancarleño que primero se pobló, el que primero se integró al mercado nacional y luego al mercado mundial y ha sido el principal receptor de la inversión pública (infraestructura, telecomunicaciones, salud, vivienda, educación, etc.), pero también privada (Altemburg, 1990; Estado de la Nación, 1997; Rodríguez, 2001 b), además de asiento para toda la presencia estatal en la región norte (educación superior, servicios médicos, instituciones públicas, etc.), del poder municipal y del poder eclesiástico (presencia de la diócesis de Ciudad Quesada). La *franja sur* tiene, asimismo, una gran tradición organizativa (empresarial, comunal y más recientemente, campesina) (Rodríguez, 2001 b), muy importante para cuando haya necesidad de planear, negociar e implementar estrategias vinculadas a la gestión ambiental de la cuenca del río San Carlos. La *franja sur* cuenta con varios medios de comunicación (periódicos, televisoras, emisoras radiales) que pueden ser también muy útiles en la creación de una conciencia regional sobre la importancia de formular un plan para el manejo sostenible de los recursos de la cuenca.

Todas las anteriores condiciones y características sociales, políticas y culturales son idóneas para una investigación científica interdisciplinaria de la problemática ambiental que afronta la cuenca del río San Carlos, factores que la propician (características de los agrosistemas y de la población) y grado del

impacto en los diferentes ecosistemas (forestal, suelo, hídrico, biodiversidad). Igualmente, tales características y condiciones pueden facilitar la implementación de las soluciones integrales y sostenibles. Para ello es imperativo antes un diagnóstico serio y riguroso que suministre las bases científicas para la toma de decisiones políticas y el necesario compromiso de todos los actores económicos, sociales y políticos de la región. No hay duda sobre la trascendencia y del impacto social de una investigación interdisciplinaria sobre la condición ambiental de la cuenca del río San Carlos. **Del manejo integral y sostenible de los recursos de la cuenca del río San Carlos depende la continuidad histórica de la sociedad regional.** Ni más ni menos. Cuanto antes se comprenda esto más rápido se diseñarán las medidas, científicamente fundadas, para un manejo sustentable de la cuenca del río San Carlos.

Tal vez haya otra razón fundamental para hacer una minuciosa investigación sobre la cuenca del río San Carlos. Esa razón es **geopolítica**. Nos explicamos. La cuenca del río San Carlos, en realidad, pertenece a la cuenca del río San Juan, que con 39.000 kilómetros cuadrados es la más grande de Centroamérica (Estado de la Región, 1999, p. 109). Fuera del Lago de Nicaragua, la mayor parte del caudal del San Juan proviene de las cuencas costarricenses (San Carlos, Sarapiquí, Río Frio, Colorado). Ahora bien: el río San Juan ha provocado en los últimos años serios diferendos y conflictos – que no muestran señales de arreglo – entre los gobiernos de Nicaragua y Costa Rica. Esta situación es tanto más lamentable cuanto que los ríos fronterizos como el San Juan deberían servir para estrechar relaciones de cooperación y no como excusa para crear artificialmente conflictos que en nada benefician ni a los gobiernos ni a los pueblos, especialmente a las comunidades que habitan en ambos márgenes del río San Juan. Es de esperar que – tal y como lo proponen las voces más lúcidas y responsables de los dos países – estos conflictos no pasen a más y se pueda dar paso a una política de mutua cooperación con el propósito de aprovechar sosteniblemente los recursos naturales de una cuenca tan rica y extensa. En los últimos años distintos organismos internacionales (como la Organización de Estados Americanos) vienen financiando proyectos en esta cuenca y existen varios

grupos tanto costarricenses como nicaragüenses – incluso binacionales - que luchan con denuedo para evitar actividades económicas destructivas o contaminadoras, auspiciando, muy al contrario, la declaración de la zona como área de conservación, así como acciones y proyectos decididamente sustentables. En este sentido la investigación que venimos desarrollando en la cuenca del río San Carlos puede ser útil al momento de implementar planes de manejo de los recursos de la cuenca del San Juan y para eventuales proyectos socioeconómicos con financiamiento binacional o de donantes externos a ejecutarse en la región fronteriza.

El reto de diagnosticar la situación de la cuenca del río San Carlos fue asumido desde 1994 por un equipo interdisciplinario de la Escuela de Ciencias de la Sede Regional San Carlos del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Los proyectos de investigación se han venido ejecutando junto a organizaciones regionales, como la Asociación de Productores de San Marcos de Cutrís (APROSAMA), con financiamiento interno del ITCR o de organismos como FUNDECOOPERACIÓN. Sería conveniente que a esta labor investigativa se unieran otras empresas e instituciones con su apoyo financiero, científico o logístico. El objetivo es hacer llegar los conocimientos y experiencias que se vayan generando a distintos actores insertos en la problemática de la cuenca del río San Carlos, pero también se quiere informar a otras regiones del país en donde se estén realizando trabajos sobre cuencas o exista la inquietud por llevarlos adelante.

Los trabajos que integran este libro pretenden, precisamente, divulgar los resultados provisionales obtenidos hasta el momento a un público más extenso, dentro y fuera de San Carlos, con el obvio compromiso de hacer también del dominio público los resultados que obtengamos a futuro. Evidentemente, nuestro interés primordial es llegar a los distintos actores y fuerzas locales - empresarios privados; asociaciones de productores campesinos; asociaciones de desarrollo comunal; Municipalidad de San Carlos; profesores y estudiantes; grupos ambientalistas; sector institucional asentado en la región: MINAE, el Ministerio de Salud, el MAG, Ministerio de Educación; Dirección Forestal; particulares con intereses y preocupaciones ambientales, etc. – como un primer paso en la

necesaria toma de conciencia del problema ambiental existente en la cuenca del río San Carlos, para luego formular conjuntamente un **Plan de Manejo Integral** que sea respetado y ejecutado por todos los actores regionales. La participación comunal es básica en este tipo de acciones y puede ser la condición necesaria para alcanzar el éxito.

Francisco Rodríguez Barrientos

Adolfo Chaves Campos

BIBLIOGRAFÍA DE LA INTRODUCCIÓN

- Achio, Mayra y Escalante, Ana: *Azúcar y Política en Costa Rica*. San José, Editorial Costa Rica, 1985.
- Antón, Danilo: *Diversidad, globalización y la sabiduría de la Naturaleza*. Montevideo, CIID/Pirguazú Ediciones, 1999.
- Arias, Dagoberto y Rodríguez, Lucía: *Zonas bioclimáticas de la región Huetar Norte de Costa Rica*. COSEFORMA/GTZ/MINAE, 1996.
- Agarwal, Anil y otros: *Por el Bien de la Tierra*. Informe de la Comisión sobre países en desarrollo y cambio mundial. Santa Fe de Bogotá, TM Editores/IDCR/Ediciones Uniandes, 1993.
- Alger, Chadwick: *Relaciones entre los procesos locales y mundiales*. San José, FLACSO (Cuaderno de Ciencias Sociales 74), 1994.
- Altemburg, T; Hein, W; Weller, J: *El Desafío Económico de Costa Rica. Desarrollo agroindustrial autocentrado como alternativa*. San José, Editorial DEI, 1990.
- Ander-Egg, Ezequiel: *El desafío Ecológico*. San José, EUNED, 1985.
- Antón, Danilo: *Diversidad, Globalización y la sabiduría de la Naturaleza*. Montevideo, CIID/Piri Guazú Ediciones, 1999.
- Astorga, Allan y otros: *Proyecto Sistemas Integrados de Gestión y Calidad Ambiental. Componente Costa Rica*. San José, FUDEU, 2000.
- Benatti, José y otros (2000): *Derecho, Institucionalidad y ordenamiento territorial en Brasil y Costa Rica*. En: CIENCIAS AMBIENTALES (Costa Rica): 19 (diciembre), 36-44.
- Bifani, Paolo: *Medio Ambiente y Desarrollo* (segunda edición). Guadalajara, Universidad de Guadalajara, 1997.
- Boyce, James y otros: *Café y Desarrollo Sostenible: del cultivo agroquímico a la producción orgánica en Costa Rica*. Heredia, EFUNA, 1994.
- Cuello, César: *El pensamiento sobre la conservación y la sostenibilidad en Costa Rica hasta 1990: la estrategia de conservación para el desarrollo*

- sostenible (ECODES). En: Universitat Politècnica de Catalunya (Editor): *¿Sostenible? Tecnología, desarrollo sostenible y desequilibrios*. Barcelona, Icaria Editorial, 1997, páginas 256-291.
- Chaves, Silvia (2000): *El marco jurídico para la participación en la gestión ambiental en Costa Rica*. En: CIENCIAS AMBIENTALES (Costa Rica): 19 (diciembre), 16-20.
 - Chiriboga, Manuel (1997): *Desafíos de la pequeña agricultura familiar frente a la globalización*. En: Perspectivas Rurales (Costa Rica): SN, SV, páginas 9-24.
 - FAO: *Agricultura mundial hacia el año 2010*. Madrid, FAO/Ediciones Mundi-Prensa, 1995.
 - Fernández, Francisco y Riechmann, Jorge: *Redes que dan libertad. Introducción a los nuevos movimientos sociales*. Barcelona, Editorial Píados, 1995.
 - Harris, Marvin: *CANÍBALES Y REYES*. Los orígenes de las culturas. Méjico D.F., Alianza Editorial Mejicana, 1989.
 - Hedstrom, Ingemar: *SOMOS PARTE DE UN GRAN EQUILIBRIO. La crisis ecológica en Centroamérica* (cuarta edición). San José, Editorial DEI, 1993.
 - Hedstrom, Ingemar: *¿VOLVERÁN LAS GOLONDRINAS? La reintegración de la creación desde una perspectiva latinoamericana* (segunda edición). San José, Editorial DEI, 1990.
 - Gomáriz, Enrique: *GÉNERO Y DESASTRES. Introducción conceptual y criterios operativos*. San José, Fundación Género y Sociedad, 1999.
 - IICA: *Tecnología y Sostenibilidad de la Agricultura en América Latina. Desarrollo de un Marco Conceptual*. San José, IICA, 1992.
 - INEC: *IX Censo Nacional de Población y V de Vivienda. Resultados Generales*. San José, INEC, 2001.
 - Lavell, Allan: *Comunidades urbanas, vulnerabilidad a desastres y opciones de prevención y mitigación: una propuesta de investigación-acción para Centroamérica*. En: Lavell, Allan (Compilador): *VIVIENDO EN RIESGO: comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina*. Santa Fe de Bogotá, LA RED/FLACSO/CEPREDENAC, 1994, pp. 59-82.
 - Maldonado, Tirso y Ramírez, Alonso (Editores): *Desarrollo Socioeconómico y el Ambiente Natural de Costa Rica. Situación Actual y Perspectivas* (primera reimpresión). San José, Editorial Heliconia, 1991.
 - Mármora, Leopoldo: *La ecología en las relaciones Norte-Sur: el debate sobre el desarrollo sustentable*. En: Mármora, Leopoldo y Stokke, Olav: *Los dilemas del desarrollo sostenible*. San José, FLACSO (Cuadernos de Ciencias Sociales 63), 1993.
 - Martínez Alier, Joan: *De la Economía Ecológica al Ecologismo Popular* (segunda edición). Barcelona, Icaria Editorial, 1994.
 - Maskrey, Andrew: *Comunidad y Desastres en América Latina: Estrategias de intervención*. En: Lavell, Allan (Compilador): *VIVIENDO EN RIESGO: comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina*. Santa Fe de Bogotá, LA RED/FLACSO/CEPREDENAC, 1994, pp.27-58.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG): *Estudios de Suelos y Capacidad de uso de las Tierras para la zonificación agropecuaria de las Regiones Huetar Norte, Atlántica y Brunca. Informe Final Región Huetar Norte*. San José, MAG, 2000.
- Mires, Fernando: *EL DISCURSO DE LA NATURALEZA. Ecología y política en América Latina*. San José, Editorial DEI, 1990.
- Molina, Jorge Rolando: *El proceso histórico-geográfico de la colonización agrícola en San Carlos, Costa Rica, 1850-1977*. Tesis. San José, Escuela de Historia, Universidad de Costa Rica, 1978.
- Molina, Jorge Rolando: *San Carlos: el marco político-administrativo, geográfico e histórico de la región Huetar Norte*. Ciudad Quesada, COOIQUE R. L., 1996.
- Monge, Guillermo: *La valorización de los recursos naturales y la sostenibilidad del desarrollo*. En: Garnier y otros: *Costa Rica entre la ilusión y la desesperanza. Una alternativa para el desarrollo*. San José, Ediciones Guayacán, 1991.
- Mora, Eduardo: *Claves del Discurso Ambientalista*. Heredia, Editorial Fundación UNA, 1994.
- Mora, J; Chaves, Adolfo; Rodríguez, F; Solís, Eyda (2001): *Contaminación actual de la cuenca del río San Carlos con coliformes fecales y totales* (artículo inédito a ser publicado próximamente en la revista **TECNOLOGÍA en marcha**).
- Mora, Eduardo: *Naturaleza, quéherida mía*. Heredia, Ambientico Ediciones, 1998.
- Norgaard, Richard: *Globalización e Insostenibilidad*. En: En: Universitat Politècnica de Catalunya (Editor): *¿Sostenible? Tecnología, desarrollo sostenible y desequilibrios*. Barcelona, Icaria Editorial, 1997, pp. 175-193.
- Pérez, Laura (1997): *Apertura económica. ¿Ventajas o desventajas para la pequeña producción agropecuaria?* En: *Perspectivas Rurales (Costa Rica)*: SN, SV, páginas 25-42.
- PNUMA: *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial 2000*. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa, 2000.
- Ponting, Clive: *Historia Verde del Mundo*. Barcelona, Ediciones Piados, 1992.
- Proyecto Estado de la Nación: *Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible (informes 1994, 1997, 1998, 1999)*. San José, Proyecto Estado de la Nación.
- Proyecto Estado de la Nación: *Estado de la Región en Desarrollo Humano Sostenible*. San José, Proyecto Estado de la Nación, 1999.
- Reynolds, Jenny y otros: *Evaluación de los recursos hídricos en Costa Rica: Disponibilidad y Utilización*. Heredia, Universidad Nacional, 1997.
- Rivera, Roy: *Descentralización y la metáfora de la reforma del Estado*. San José, FLACSO, 1995.
- Rivera, Roy: *La descentralización real en Costa Rica*. San José, FLACSO, 1997.

- Rivera, Roy: *La modernización sin fin y la descentralización en Centroamérica*. San José, FLACSO/Konrad Adenauer Stiftung, 2000.
- Rodríguez, Carlos: *Tierra de labriegos*. San José, FLACSO, 1993.
- Rodríguez, Francisco: *Cosmovisión, Sociedad y Naturaleza. Elementos para analizar la crisis del medio ambiente*. Santa Clara, ITCR, Escuela de Ciencias y Letras, 2001 a.
- Rodríguez, Francisco: *Región, Identidad y Cultura*. San José, Ediciones Perro Azul, 2001 b.
- Rodríguez, Norman: *Determinación de la erosión hídrica y la pérdida de nutrimentos utilizando lotes de escorrentía en la Región Huetar Norte de Costa Rica*. Informe Final de proyecto de investigación. Santa Clara, ITCR, Escuela de Agronomía, 1996.
- Shiva, Vandana: *Abrazar la Vida. Mujer, Ecología y Desarrollo*. Madrid, horas y Horas, 1995.
- Stamm, Andreas: *¿Una nueva dinámica para las zonas rurales? Relaciones intersectoriales y efectos territoriales del cambio en el modelo de desarrollo de Costa Rica*. En: Nuhn, Helmut y Stamm, Andreas (Editores): *Apertura comercial en Centroamérica: nuevos retos para la agricultura*. San Jose, Editorial DEI/Friedrich Ebert Stiftung, 1996, páginas 23-47.
- Trivelato, Maria Dalva: *La Tigra: de cultivos variados a plantas ornamentales. Un pequeño estudio junto a la comunidad para evaluar algunos efectos de las actividades de agroexportación*. En: Nuhn, Helmut y Stamm, Andreas (Editores): *Apertura comercial en Centroamérica: nuevos retos para la agricultura*. San Jose, Editorial DEI/Friedrich Ebert Stiftung, 1996, páginas 123-145.
- Valverde, Jaime (2000 a): *Descentralización y comanejo de recursos naturales. Abordaje teórico*. En: CIENCIAS AMBIENTALES (Costa Rica): 19 (diciembre), 4-9.
- Valverde, Jaime (2000 b): *Legislación ambiental, descentralización y comanejo de recursos naturales en Costa Rica*. En: CIENCIAS AMBIENTALES (Costa Rica): 19 (diciembre), 21-29.
- Weller, Jürgen: *Efectos del ajuste estructural en el empleo y los ingresos agropecuarios, con énfasis en las exportaciones no tradicionales. Los casos de Costa Rica y Honduras*. En: Nuhn, Helmut y Stamm, Andreas (Editores): *Apertura comercial en Centroamérica: nuevos retos para la agricultura*. San Jose, Editorial DEI/Friedrich Ebert Stiftung, 1996, páginas 195-224.
- Winograd, Manuel: *Indicadores Ambientales para Latinoamérica y el Caribe: Hacia la Sustentabilidad en el Uso de Tierras*. San José, IICA, 1995.
- Wo Ching, Eugenia; Rojas, Isaac; González, Félix; Pérez, Jairo; Fuentes, Indiana: *Estudio de la actividad minera de oro a cielo abierto en la cuenca binacional del río San Juan*. San José, CEDARENA/AECO/MAN, 1997.
- Worldwatch Institute: *La situación del mundo 2000*. Barcelona, Icaria Editorial, 2000.

LA CUENCA DEL RÍO SAN CARLOS. CARACTERIZACIÓN HISTÓRICA, ECONÓMICA, SOCIAL Y AMBIENTAL

FRANCISCO RODRÍGUEZ BARRIENTOS

I. ANTECEDENTES DE LA OCUPACIÓN RECIENTE DEL ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA CUENCA DEL RÍO SAN CARLOS

Lo que hoy es el cantón de San Carlos tuvo una colonización tardía, pues su ocupación territorial recién empezó a mediados del siglo XIX. Antes del siglo XIX, el espacio territorial costarricense estuvo ocupado fundamentalmente en dos zonas geográficas: Guanacaste/Esparza, y el Valle Central, donde estaba ubicada la mayor parte de la población y que al mismo tiempo era el asiento del poder económico, político, administrativo y religioso, tanto durante el periodo colonial como después de alcanzada la independencia política de España. No es la intención hacer una síntesis histórica de Costa Rica, ni mucho menos, sino, simplemente, describir a muy grandes rasgos el marco histórico imprescindible para ubicar y comprender las razones de la paulatina ocupación territorial del actual cantón de San Carlos.

Costa Rica era a principios del siglo XIX un gran "*hinterland*", es decir un enorme espacio vacío y deshabitado. La población, como se indicó anteriormente, estaba concentrada sobre todo en algunas secciones del Valle Central y, en menor medida, en ciertos sectores de Guanacaste y Esparza. Una vez lograda la independencia política de España, va a constituir preocupación fundamental de los Gobiernos impulsar el desarrollo productivo del país, para integrarse al naciente mercado mundial y como base para el desarrollo social de la población. Una de las primeras medidas legales tomados por dichos Gobiernos fue con el objeto de facilitar la privatización de las tierras. De este modo se terminaron con las tierras del común y con las tierras comunales indígenas, subastándose de paso los bienes de Fondos Píos y de las Cofradías (González, 1985). En este contexto destacan los decretos del 1 de abril de 1833 de Rafael Gallegos y del 15 de

diciembre de 1841 dado por Braulio Carrillo (González, 1985). Para la historiadora Yamileth González, tales decretos perseguían estimular *"la toma de tierras indígenas por parte de los ladinos, a quienes se describe como el grupo que más aumento de población ha experimentado"*. También se buscaba sustituir "el interés público, que había sido más importante en la época colonial, por el interés particular o privado, que comienza a dominar". Por último, se mostraba *"claramente la intención de someter las tierras comunales a un proceso de comercialización"* (González, 1985, p. 145). Iván Molina describe lo que cultural y psicológicamente iba a representar esta destrucción de la estructura comunitaria en la tenencia de la tierra, que caracterizó a los largos siglos de vida colonial, para el labriego que luego se dedicaría al cultivo del café: *"El café, ¿materializó el sueño campesino de producir para vender? El labrador, es cierto, se vinculó al mercado; pero a costa de liquidar el mundo al que pertenecía. El suelo compartido, sustrato de una urdimbre comunitaria, fue destruido por la privatización de la tierra. El quehacer diario del productor cedió ante el afán estrictamente particular, en detrimento del esfuerzo colectivo. La trama económica y cultural, otrora comunitaria, se empezó a individualizar. La aldea del siglo XVIII desaparecía: al generar una capa de pequeños capitalistas y un sector de labriegos pobres y asalariados, cavó su propia sepultura"* (Iván Molina, 1991, p.276). De lo escrito por Iván Molina cabría preguntarse si el campesino individualista costarricense surgió ya desde la Colonia, como lo han planteado algunos autores como Carlos Monge Alfaro o Eugenio Rodríguez Vega, o si, por el contrario, es mas bien el resultado de los procesos históricos generados por la producción cafetalera.

La privatización de las tierras era, entonces, un primer paso fundamental para una economía moderna y que va a ocupar los esfuerzos del Estado Costarricense. *"El naciente Estado concentró el esfuerzo institucional en favorecer la transformación socioeconómica. La tarea era triple: estimular la privatización del suelo y el cultivo del café; dotar al proyecto agroexportador de la infraestructura básica que necesitaba; y reorganizar y actualizar la legislación existente, con el fin de adecuarla al mundo nuevo que alboreaba"* (Acuña y Molina, 1991, p. 88). El Estado costarricense se ha caracterizado por ser interventor desde la misma

Independencia; ello a pesar del peso de la ideología liberal asumida durante buena parte de la historia costarricense, pues, como se sabe, para el liberalismo el Estado ideal es el que menos interviene; quizás sería mejor decir, el que menos interfiere en el ámbito privado de los negocios.

El segundo paso, entonces, era buscar un producto que sirviera de pivote para el desarrollo económico y social de la nación. Ese producto sería el café. Todavía a inicios del siglo XIX, el café estaba por completo ausente de las raquíticas exportaciones de la provincia de Costa Rica, donde predominaban el palo brasil, el tabaco o el cebo (Iván Molina, 1991a). Medio siglo más tarde, el café era el principal producto exportador de Costa Rica, y casi se podría decir que el único, pues llegó a constituir entre el 75% y más del 90% del total de las exportaciones costarricenses en el último tercio del siglo XIX (Vega Carballo, 1986).

Este auge prodigioso del café fue favorecido por una serie de factores: en primer lugar, la relativa ausencia de una "herencia colonial" que entorpeciera el acceso hacia una economía moderna, como sí fue el caso de otros países centroamericanos, especialmente Guatemala y El Salvador. Costa Rica fue la provincia más pobre y olvidada de la Capitanía General de Guatemala. En segundo lugar, el hecho de que fuese precisamente el Valle Central, donde vivía el grueso de la población costarricense, el que reuniera las condiciones ecológicas y climáticas ideales para el cultivo del café (Hall, 1978). En tercer lugar, a la homogeneidad de la elite costarricense que posteriormente se constituiría en la oligarquía cafetalera. Esta elite se empezó a formar durante la Colonia y acumuló capital con varias actividades económicas como el cacao, el tabaco, la ganadería y sobre todo, el comercio (Acuña y Molina, 1991; Molina, 1991; González, 1985; Stone 1976; Fonseca, 1986; Alvarenga, 1992; Gudmundson, 1993). De aquí que no se produjeran en Costa Rica las guerras intestinas que desangraron a tantos países latinoamericanos. En cuarto lugar, aspecto que ya fue mencionado, el entusiasta apoyo brindado desde el Estado.

El café va a generar una transformación radical en Costa Rica. Algunas consecuencias se pasan a señalar enseguida. En primer lugar, especializar al país

en un solo producto (precisamente el café), convirtiendo al país en una **economía monoexportadora** y, por lo tanto, altamente dependiente de la oscilación de los precios en el mercado internacional, en los cuales Costa Rica, ni ninguna otra nación productora, tienen influencia decisiva. Dicho en otras palabras: el café impedirá la aparición de una economía agroexportadora más diversificada, para no hablar de un desarrollo industrial que solamente arrancará en el país un siglo después de consolidarse la caficultura como el pilar del "desarrollo hacia fuera" de Costa Rica. *"La economía nacional asoció su destino con la suerte de un único producto. El café, entre 1850 y 1890, representaba alrededor del 90% de la exportación total de Costa Rica y desalentó su diversificación económica... La actividad cafetalera constituía el eje de la acumulación de capital. El resultado era lógico: el país se deformó económicamente y fue en extremo vulnerable a las fluctuaciones internacionales del precio del fruto. Los ciclos recesivos del mundo capitalista lo demostraron de manera brutal: durante las crisis, el café se pagaba mal y costaba colocarlo. El cafeto podía ser generoso, pero el mercado era despiadado"* (Acuña y Molina, 1991, p.91).

El naciente mercado mundial caracterizado por países industrializados hegemónicos y naciones dependientes que les suplen de materias primas y productos agrícolas baratos empezaba a formarse. Costa Rica debuta en tal mercado de modo subordinado, como país con una economía dependiente, precisamente de un producto que, en épocas de crisis económicas, es prescindible por parte de los consumidores de los países que lo importan. Esta es una segunda consecuencia de la caficultura. *"Exportación de postres"* se ha llamado a este tipo de actividades productivas. Escribe Vega Carballo: *"Mientras se acentuaban los problemas de la pronunciada especialización productiva y exportadora del país dentro de un esquema prácticamente librecambista o liberal, el comercio de exportación se fue también circunscribiendo a la importación de bienes de consumo – muchas veces suntuarios –, provenientes de las economías capitalistas industrializadas. Se percibió en todo esto una tendencia de la división internacional del trabajo, la cual le asignaba a las sociedades débiles y periféricas – como la costarricense –, el papel de suplidoras de productos agropecuarios y, en*

Pero la expansión de la siembra de esos granos a regiones más bajas presentó muchos problemas en Costa Rica, porque las comunicaciones (aparte de las principales rutas entre las zonas cafetaleras y los puertos) eran tan deficientes, que se hacía muy difícil transportar alimentos a los mayores centros de consumo en las ciudades y las regiones de café" (Hall, 1978, pp. 82-83).

Una síntesis de las consecuencias anteriores podría ser el siguiente comentario: *"La supremacía del café en el espacio no era un problema simplemente geográfico. El monocultivo consolidó la vocación agroexportadora del país, fortaleció el poder socioeconómico de la burguesía cafetalera – de hecho esta es otra de las consecuencias importantes de la caficultura – y afianzó la posición subordinada que Costa Rica ocupaba en la división internacional del trabajo. El resultado global fue que la dependencia se incrementó. El devenir nacional giraba en torno del café que, a su vez, lo articulaba con el exterior. El crecimiento económico del siglo XIX no fue equilibrado ni integral" (Acuña y Molina, 1991, p. 92).*

Otra consecuencia del café fue la **colonización agrícola de la geografía costarricense**. A medida que las tierras de los alrededores de San José y Heredia se iban valorizando y especializando en el cultivo del café y se producía el fraccionamiento de las propiedades, junto a las facilidades otorgados por el Estado nacional para el denuncio y privatización de los terrenos, se producían fuertes procesos colonizadores hacia la frontera agrícola, primero hacia el occidente de la provincia de Alajuela y posteriormente, a fines del siglo XIX, hacia el sur de San José (región de Los Santos), San Carlos, Tilarán y San Isidro de Pérez Zeledón (Hall, 1978; Gudmundson, 1993; Molina, 1988; Hilje Quirós, 1991; Vega Carballo, 1986).

Efectivamente, la subregión occidental de Alajuela (o Valle Central Occidental) fue la primera frontera agrícola colonizada por los vastos movimientos migratorios originados por la caficultura. Algunos puntos de esta subregión habían empezado a ser poblados en las primeras décadas del siglo XIX, pero está fuera de toda duda que fue el impulso del café el que provocó su rápida colonización y

poblamiento. *"El acceso a tierras nuevas en la frontera agrícola del periodo (1840-1890) permitía a gentes de diversa procedencia geográfica y social, con mayores o menores recursos e influencias, establecerse en las zonas de colonización. Así, hijos de pequeños y medianos agricultores de la Meseta Central comenzaban a migrar al oeste de Alajuela, hacia Grecia y Sarchí, para formar nuevas fincas en tierras vírgenes y accesibles. Hacendados, comerciantes y políticos adquirieron también grandes extensiones en ésta y otras zonas, aunque la formación de grandes explotaciones en ellas tendría que esperar a que hubiese mayor disponibilidad de mano de obra asalariada. En la frontera agrícola de la época fue recreándose, pues, una sociedad rural inicialmente más homogénea, pero en la cual se desarrollarían rápidamente claras desigualdades socioeconómicas y políticas"* (Samper, 1991, pp. 15-16).

Pronto se dieron aquí lo que ya había sucedido en los lugares donde se produjo el primer "boom" cafetalero: las tierras fueron rápidamente ocupadas; el fraccionamiento de la propiedad amenazaba con volverse antieconómico, por lo cual muchas familias debieron buscar fortuna en otros sitios. San Carlos fue, precisamente, uno de los lugares adonde se dirigieron muchos pobladores de los cantones que constituían esta subregión.

Sobre la primitiva colonización de San Carlos escribe Brunilda Hilje: *"La región comprendida en las llanuras de San Carlos y Sarapiquí, es también baja y plana, bañada de innumerables ríos entre los que se destacan el San Carlos y el Sarapiquí. Ambos territorios empiezan a interesar a los buscadores de vías de salida al exterior desde principios del siglo XIX: En el caso de San Carlos, ya en la segunda mitad de ese siglo, dos factores, uno de tipo político-militar y otro económico, son estimulantes para la exploración de la región. A raíz de la guerra de 1856, contra los filibusteros, existe la necesidad de buscar caminos que conduzcan a la frontera con Nicaragua. Esto hizo que al año siguiente se asentaran en esa zona nacionales y también extranjeros, atraídos por proyectos de colonización agrícola.*

En esta etapa se denuncia en San Carlos 23.754 hectáreas que corresponden al

7.05% del territorio regional. Hubo un total de 47 denuncias, con una extensión promedio de 561 hectáreas por cada denuncia. La mayor parte de estos se ubican siguiendo la ruta del camino a San Carlos o buscando las orillas de los ríos.

El carácter disperso e individual de la colonización origina fincas dedicadas al cultivo de cacao, explotación de hule y ganadería. Sin embargo, dada la cantidad de tierra denunciada, muchos son propietarios ausentistas, lo que no lleva a la fundación de caseríos o centros de población importantes, desde el punto de vista de actividades agrícolas y comerciales" (Hilje Quirós, 1991, pp. 45-46).

II. LA REGIÓN SANCARLEÑA DURANTE EL PERIODO PRECOLOMBINO

San Carlos y la Región Huetar Norte tienen una historia muy antigua que se remonta a unos 10000 años, estando cultural y comercialmente ligada a las regiones vecinas del Guanacaste y la Vertiente Atlántica. Durante este vasto periodo de tiempo los pueblos que la habitaban evolucionaron desde la caza y la recolección hasta grupos humanos socialmente estratificados dependientes de la agricultura, que trabajaban la cerámica, la piedra y los metales (Guerrero, 1994a). En la región se han encontrado valiosas piezas arqueológicas, especialmente de piedra. *"Aunque los datos etnohistóricos son incompletos e insuficientes para explicar con exactitud lo que sucedía en la mencionada región (Huetar Norte) desde el siglo XVI hasta el XVIII, lo que hace muy difícil tener un panorama bien claro de los grupos étnicos existentes. Lo que es importante de rescatar es la diversidad cultural que había coexistido en un medio ambiente particular, como lo es el bosque tropical. Para el siglo XVI, y muy posiblemente varios años antes, las llanuras del Norte estaban pobladas por grupos como los Votos, Corobicies, Ramas, Guatuzos y Huetares, todos con una filiación lingüística proveniente del Chibcha. Además, estaban en relación con grupos Chorotegas y Nicaraos"* (Guerrero, 1994a, p. 61). Durante los siglos XVI y XVII las llanuras del Norte fueron refugio, al igual que las montañas de Talamanca, para aquéllos indígenas que no querían verse sometidos al trabajo forzado de las encomiendas (Ibarra,

1990; Quirós, 1990).

Al contrario de lo sucedido con otras regiones de Costa Rica como el Valle Central, Guanacaste o la cordillera de Talamanca, tanto la historia como la arqueología precolombinas de las llanuras del norte costarricense han sido relativamente descuidadas por la investigación, por lo cual hay muchos puntos oscuros e incógnitas que aclarar y dilucidar. *"Es esencial impulsar la investigación arqueológica en las zonas de San Rafael y San Carlos, como también el área de Río Frio y la orilla sur del Lago Nicaragua. Se sabe de la existencia en San Carlos de por lo menos un centro precolombino de bastante importancia en el sitio Cutrís, centros todos que indudablemente ejercieron influencias poderosas en la dinámica del Pacífico Norte de Costa Rica. Las características de cambio en las culturas prehistóricas de la cuenca Arenal, probablemente reflejan directamente el significado de una ruta oriental-occidental, a través del tiempo. Esta ruta fue importante no sólo para el comercio, sino para el intercambio de información, innovaciones culturales y el mantenimiento de redes sociales que se extendieron a ambos lados del istmo en diversas épocas de la prehistoria. No hay duda que, cuando se comprenda más la arqueología de San Rafael (de Guatuzo) y San Carlos, se incrementará la importancia de estos umbrales para las culturas de ambos lados de la divisoria continental de aguas"* (Hoopes, 1994, p. 72).

Estudios recientes ponen de manifiesto que la historia de la zona norte costarricense tiene una antigüedad de por lo menos 10000 años. El arqueólogo Juan Vicente Guerrero divide la historia precolombina de la región norte del siguiente modo:

- GRUPOS DE CAZADORES Y RECOLECTORES (10000-2000 A.C.)
- PRIMEROS AGRICULTORES Y APARICIÓN DE LA CERÁMICA (2000-500 A.C.).
- GRUPOS DE AGRICULTORES TEMPRANOS, APARICIÓN DE LAS PRIMERAS JERARQUÍAS (500 AC. - 500 D.C.).

Es en este último periodo cuando se produce un mayor desarrollo civilizatorio: la concentración de la población se intensifica, existen aldeas con varias viviendas y con caminos de piedra así como calzadas y diversas obras públicas, siendo relevante la presencia de los poderes político y religioso que recaen sobre el cacique, quien al mismo tiempo realiza la redistribución de los bienes y productos (Guerrero, 1994a), rasgo este característico de los cacicazgos costarricenses (Fonseca Zamora, 1992). El proceso productivo se hace con instrumentos de piedra (líticos): tala de bosques, preparación de terrenos); con estos instrumentos se fabrican aquellos utensilios empleados en el procesamiento de alimentos, como los metates – que ha dejado algunos de los más bellos ejemplos de la arqueología precolombina costarricense –, manos de moler, machacadores, morteros y pistilos (Guerrero, 1994a).

Existió una diferenciación entre las viviendas de las elites y las del resto de la población. Las elites vivían en aldeas importantes construidas con muros de piedras, montículos y caminos. Los que no pertenecían a las elites habitaban en aldeas más pequeñas en edificios hechos a base de madera y palmas utilizadas para el techo. Las aldeas principales y los personajes principales tenían gran relación entre sí y con pueblos de otras regiones, como por ejemplo el Guanacaste, con quienes comerciaban cerámica policroma y sal. Con los pueblos del Atlántico o de la región central comerciaban oro (Guerrero, 1994). Sobre los usos funerarios de estos pueblos escribe Guerrero: *"El uso de la piedra es muy común, no sólo para demarcar los cementerios, sino también para preparar las fosas. El elemento más significativo es el uso de tumbas de cajón formadas por cantos de ríos y lajas. Se trata de una bóveda bien elaborada con sus paredes, piso y tapa. En muchos casos, se hizo un montículo o se preparó una plataforma especial donde se hacían las formas. También se debe mencionar que existían fosas individuales y colectivas o familiares, en ocasiones aisladas de los conjuntos. Los entierros eran primarios y secundarios. Otro aspecto importante a nivel funerario es la costumbre de enterrar algunos individuos dentro de las viviendas"* (Guerrero, 1994a, p. 66). En San Carlos se han hallado en Venecia,

Pital y La Fortuna diversos sitios con las características anteriormente señaladas (Guerrero, 1994a; Troyo, 1990).

III BREVE CARACTERIZACIÓN HISTÓRICA, ECONÓMICA Y SOCIAL DE LA OCUPACIÓN DEL TERRITORIO DE LA CUENCA DEL RÍO SAN CARLOS

La actual ocupación de lo que es hoy San Carlos no se inicia sino hasta mediados del siglo XIX. Hay varias razones para explicar este fenómeno. En primer lugar, el Estado costarricense estaba interesado en colonizar las vastas regiones de la periferia costarricense, no solamente por razones económicas, sino también para proteger la integridad territorial y la soberanía nacional. En segundo lugar – hecho que ya fue mencionado – el Estado ofrecía muchos incentivos para que los particulares pudieran apropiarse de la tierra. No por casualidad, las décadas posteriores a la Independencia vieron un acelerado proceso de privatización del suelo costarricense, que entre otras consecuencias significó para los pueblos indígenas aún existentes del Valle Central la pérdida de sus tierras comunales (Obregón, 1990). En tercer lugar – cosa también mencionada en líneas precedentes – el Valle Central occidental (los cantones de Alajuela centro, Grecia, Poás, Naranjo, Atenas, Palmares y San Ramón) empezaba a saturarse, por lo cual se iniciaba un proceso de extensión de la frontera agrícola hacia el extenso *hinterland* constituido por las tierras del norte. Como dicen los historiadores Iván Molina y Víctor Hugo Acuña, el descendiente del antiguo emigrante se constituía a su vez en emigrante y pionero de una nueva tierra (Acuña y Molina, 1991). En cuarto lugar, la coyuntura de la guerra contra los filibusteros de William Walker de 1856-1857 también favoreció la colonización de San Carlos, que fue una importante zona de paso para las tropas costarricenses en su marcha hacia Nicaragua, pues muchos de quienes participaron en la guerra al volver a sus pueblos hablaron muy bien de la exuberancia y feracidad de sus tierras (Molina González, 1978). En quinto lugar, las necesidades de expandir la ganadería, asfixiada por el gran desarrollo de la agricultura cafetalera y cañera a lo largo del

Valle Central. A fines del siglo XIX se inicia en las partes altas del Valle Central una ganadería de altura, especialmente de leche (Samper, 1991). Por eso, no es de extrañar que a medida que *"los potreros de uso común eran reducidos a dominio particular y dedicados a la agricultura, se hacía necesario incorporar nuevas tierras ganaderas a mayor distancia, de manera que la frontera de colonización era, en buena medida, pecuaria. Al acercarse el fin de siglo, esta expansión de la ganadería había desbordado los límites del Valle Central, por el norte rumbo hacia San Carlos, y también en otras direcciones"* (Samper, 1991, p.27).

El caso es que a mediados del siglo pasado la gran ola colonizadora se expande a lo que será San Carlos. Modificando un poco y actualizando la periodización hecha por Molina (1978), puede dividirse la historia de San Carlos de la manera siguiente:

PRIMER PERIODO (1850-1884).

Este periodo se inicia con la apertura de una picada realizada por colonos ramonenses en 1850, seguido por el intento de poblar una franja de territorio localizada entre los actuales Florencia y Terrón Colorado. Las plantaciones de caucho, la ganadería y una agricultura de subsistencia van a ser las principales actividades económicas (Molina, 1991). Las condiciones de vida eran sumamente difíciles; la zona casi inaccesible por las pésimas vías de comunicación más un clima malsano contribuyeron, entre otras causas, para que esta primera fase de colonización del futuro San Carlos fracasara (Molina, 1991; Vargas, 1986).

SEGUNDO PERIODO (1884-1911).

En 1884 se funda La Unión, futura Ciudad Quesada. Como la llanura presentaba condiciones muy difíciles, la colonización se dirige a las partes más altas, las cuales contaban con un clima más benigno y semejante al de los lugares de donde provenían los colonos (San Ramón, Palmares, Grecia, Naranjo, Poás, Alajuela, Alfaro Ruiz y otros). El 15 de mayo de 1884 los hermanos Quesada llegan por primera vez a La Unión y los denuncios de terrenos que hacen

aparecen publicados en La Gaceta del 22 de mayo y del 17 de junio de 1884 (Quesada, 1958). Fue Joaquín Quesada trazó los primeros cuadrantes y calles, a principios del siglo XX, de la entonces Villa La Unión, donando, igualmente, las manzanas para la iglesia, la escuela, el cementerio y la casa cural (Quesada, 1958). La Unión vio paulatinamente incrementarse su población, al tiempo que nuevos colonos se asentaban en lugares como Aguas Zarcas y Los Caños (Venecia). El 26 de setiembre de 1911 San Carlos fue transformado en cantón con cuatro distritos: Quesada, Buena Vista, Florencia y Aguas Zarcas. La Unión fue declarada cabecera del naciente cantón.

TERCER PERIODO (1911-1940).

En este periodo se inicia el asentamiento de lugares como Pital o La Fortuna que luego van a convertirse en algunos de los distritos sancarleños más activos. San Carlos continúa recibiendo emigrantes de los cantones vecinos como Grecia, Alfaro Ruiz, Naranjo y San Ramón. Sin embargo, muchos de quienes van a instalarse en las regiones de la frontera agrícola, que paulatinamente se va extendiendo, provienen de La Unión (Molina, 1978; Vargas, 1986; Quesada, 1958), transformándose esta villa en una especie de cabeza de puente que facilita la colonización de la enorme llanura.

CUARTO PERIODO (1940-1985).

Este periodo marcará un hito en la historia sancarleña, pues es en estos años cuando San Carlos se integra de lleno tanto al mercado nacional como al mundial. Hasta 1940, el cantón tenía pocos vínculos económicos con el resto del país - entiéndase Valle Central, pues incluso en el presente las relaciones económicas de San Carlos con otras regiones de la periferia son poco menos que inexistentes, lo cual ilustra claramente la hegemonía de la región central del país sobre el conjunto de la economía costarricense; el mercado nacional de Costa Rica se ha construido con el Valle Central como eje dinamizador,



subordinando a sus intereses y necesidades a las restantes regiones. Internamente, en Costa Rica se reproduce la misma relación dependiente que el país mantiene con las naciones metropolitanas industrializadas (Rodríguez, 1998). Algunas de las implicaciones actuales de esta situación serán analizadas más adelante. Hasta entonces, en el cantón predominaba una economía de subsistencia; los excedentes se comercializaban internamente. El más importante contacto externo estaba constituido por el ganado vendido en la plaza de Alajuela.

Sin embargo, a partir de mediados de siglo las cosas cambiarán de manera radical. Ello por varios motivos. En primer lugar, la apertura del mercado norteamericano a la carne costarricense va a tener consecuencias insospechadas. Miles de hectáreas de bosque son taladas en las zonas bajas del país para dar paso a pastizales. San Carlos será uno de los lugares donde este proceso adquirirá formas más acabadas. Por las características extensivas que adquiere la ganadería de carne se inicia un acelerado proceso de concentración de tierras, cuyos dueños residirán en Ciudad Quesada o en centros urbanos del centro del país como San José, Alajuela o Cartago. Con esto se repite un fenómeno que data del periodo colonial y que continúa después de la Independencia, cuando los dueños de las grandes haciendas guanacastecas o espartanas residían en las principales villas como Santa Cruz y Liberia, o en el Valle Central (Cartago o San José) o, aún, en Nicaragua (Granada o Rivas) (Meléndez, 1978; Gudmundson, 1983; Sequeira, 1985; Fonseca, 1986; Cabrera, 1989). Desde el mismo piedemonte se inicia la tala, siguiendo posteriormente rumbo norte, este y oeste. En los años setenta la extensión de los repastos alcanza a los vecinos cantones de Los Chiles, Guatuso y Upala y Sarapiquí.

La concentración de la tierra y la deforestación de los bosques no son las únicas consecuencias provocadas en San Carlos por la acelerada expansión de la ganadería después de 1950. Además cabe mencionar el mal uso de las tierras, la pérdida de suelos por erosión o sobrepastoreo, la descampesinación del agro sancarleño, la poca absorción de mano de obra propia de esta actividad así como

los bajos salarios imperantes en ella, los obstáculos a un uso más eficiente y diversificado del suelo, etc. Estas consecuencias se produjeron también en todas las regiones periféricas del país donde la ganadería pasó a ocupar primeros planos (Fallas, 1993; Reuben, 1990). Esta expansión fue de tal magnitud que en la década de 1970 y primeros años de la siguiente, se calcula que más de la mitad de las tierras productivas en Costa Rica estaban dedicadas a la ganadería. En el resto de Centroamérica se presentó durante el periodo un fenómeno similar (Hedström, 1993).

En segundo lugar, a partir de los años sesenta toma gran impulso la producción de leche. Algunos atribuyen este hecho a la crisis generada por las erupciones del Volcán Irazú entre 1963 y 1965 en sus faldas, principal cuenca lechera costarricense hasta entonces (Molina, 1978). Como quiera que sea, los hatos lecheros se extienden tanto por el piedemonte como, lo que es más sorprendente, por las tierras bajas, las cuales, supuestamente, no tenían las condiciones apropiadas para el desarrollo de la ganadería lechera. No pasarán muchos años antes de que el cantón se transforme en el principal productor de leche, a lo cual ayuda mucho la creación en 1969 de una planta receptora del líquido. Posteriormente, en 1972, la empresa instala una planta de leche en polvo. Entre 1993 y 1995, la Dos Pinos construye una fábrica de quesos y una nueva planta de leche en polvo, lo cual ayuda a darle valor agregado a la actividad dentro del mismo cantón.

En tercer lugar, también después de 1960, tanto en San Carlos como en otros lugares del país (Guanacaste, Puntarenas, Grecia y Turrialba) se inicia un vigoroso despegue de la siembra de la caña de azúcar y de la producción azucarera. La razón de ello son geopolíticas: como reacción ante la Revolución Cubana, Estados Unidos cierra su vasto mercado al azúcar cubano, su principal abastecedor hasta ese momento, distribuyendo la cuota cubana entre otros países centroamericanos y caribeños (Achío y Escalante, 1985). Esto provoca un crecimiento casi exponencial en Costa Rica tanto de las tierras dedicadas al cultivo de la caña de azúcar como de la producción azucarera desde 1960 (Achío y Escalante, 1985). San Carlos no escapa a este fenómeno (Fernández, 1983). Si

bien es cierto, al igual que en las otras regiones mencionadas, antes de ese año ya existían en el cantón ingenios azucareros (Quesada, 1958), es la apertura del mercado estadounidense lo que realmente brinda un incentivo espectacular a la actividad. Los ingenios ubicados en San Carlos son Quebrada Azul (Flores), Santa Fe (Ciudad Quesada) y Arenal (Boca de Arenal, Pocosol). Una consecuencia adicional del empuje de la agroindustria azucarera fue la desaparición de los trapiches, distribuidos a lo largo de la geografía sancarleña, algunos de los cuales, no obstante, han logrado sobrevivir hasta el día de hoy por razones fundamentalmente culturales: los productos del trapiche son irremplazables en la cultura gastronómica y festiva costarricense.

Sin embargo, el embargo norteamericano a Cuba no es la única explicación para el explosivo desarrollo de la agroindustria azucarera, pues en ello también intervienen razones internas, especialmente la demanda de la industria alimenticia, el rubro más dinámico de la industria costarricense, la cual, a partir de la incorporación del país, en 1963, al Tratado de Integración Centroamericano experimentó un notable crecimiento. Asimismo, debe apuntarse el aumento de la demanda interna de azúcar.

La agroindustria azucarera va adquirir, tanto en San Carlos como en el resto de Costa Rica, un carácter marcadamente capitalista desde 1960 (Achío y Escalante, 1985). Los ingenios organizarán el proceso productivo de manera eficiente y racional, incorporando todos los avances tecnológicos disponibles y sembrarán buena parte de la caña que necesitan. El resto la comprarán a pequeños y medianos productores, quienes dependerán de los ingenios para poder colocar su producto. De este modo, los ingenios *"son empresas capitalistas dinámicas que aplican un alto nivel de racionalidad al proceso de producción, por medio del uso generalizado y creciente de la tecnología moderna y de la ciencia agrícola; su desarrollo responde a la tendencia general del desarrollo capitalista en el agro costarricense...vinculando así su producción de una manera definitiva al mercado externo del azúcar; implicando, a la vez, una reducción relativa de fuerza de trabajo asalariada y cada vez más especializada"* (Achío y Escalante, 1985, p. 77). La carne y el azúcar serán, entonces, los principales productos con los cuales San

Carlos se incorpora de manera mediatizada y dependiente al mercado mundial, pero también al mercado nacional con otros productos agropecuarios, dentro de los cuales destaca la leche.

La expansión económica provoca al mismo tiempo fuertes procesos de inmigración, que ya no solamente van a provenir de los cantones vecinos, sino también de regiones como Puntarenas, Guanacaste y Puriscal, entre otras. Efectivamente, desde fines de 1950 y hasta fines de la década del sesenta, San Carlos serán uno de los principales destinos de la migración interna costarricense, registrando altas tasas positivas en la relación migración/inmigración (Molina, 1978). Y es que el norte sancarleño y los cantones fronterizos con Nicaragua, junto a las llanuras del Atlántico y a las llanuras de la Fila Costeña en la zona sur del país, se convierten en la última frontera agrícola para todos aquellos que desean reproducir su condición de productores independientes y que ya no encuentran lugar en Guanacaste o en el Valle Central. Incluso en las más antiguas regiones colonizadas de San Carlos (el piedemonte) se cierran las posibilidades de acceder a la propiedad de la tierra, razón por la que muchas familias sancarleñas se unen a los inmigrantes de otras partes del país con el propósito de poblar las extensas llanuras norteñas. Sin embargo, como ya fuera indicado, la mayor parte de la tierra será acaparada para dedicarse a la ganadería extensiva de carne. La otra tierra disponible está constituida en su mayor parte por suelos de poca calidad, con vocación forestal, poco aptos para fines agrícolas y aún menos para la ganadería, situados en lugares de difícil acceso, con pésimas vías de comunicación para sacar al mercado la producción, la cual es frecuentemente de subsistencia, al menos en los inicios de este vasto proceso colonizador que cerrará definitivamente la frontera agrícola sancarleña y, poco después, la del resto del norte costarricense. Obviamente, a medida que se profundicen las relaciones capitalistas en el agro sancarleño, aumenta la producción campesina destinada al mercado.

En los sitios más remotos de la frontera agrícola la presencia del Estado será marginal y, con frecuencia, inexistente, por lo cual no se contará con los servicios básicos (electricidad, acueductos) ni sociales (educación, salud, vivienda,

recolección de basura, etc.) o los vinculados a la producción (crédito y asistencia técnica). Como la producción realizada en estos lugares está poco integrada al resto de la economía del país, el Estado costarricense no se preocupa por tener una activa presencia en ellos. Junto a la explotación económica de los intermediarios, quienes compran la producción a precios irrisorios, estos campesinos y sus familias se ven abandonados por un Estado que concentra sus actividades y programas en las zonas urbanas o en las áreas rurales ligadas más estrechamente a los mercados nacionales e internacionales. Este último es el caso de la franja sur de San Carlos, que desde el mismo inicio de su historia ha establecido lazos más estrechos con el Valle Central. Mientras tanto, el estado de la franja norte del cantón - así como de los restantes cantones integrantes de la Región Huetar Norte - es la opuesta, y sus indicadores económicos y sociales son inferiores a la franja sur. Esta división se ha acentuado con los años y de hecho es uno de los principales retos que debe afrontar la sociedad sancarleña. El caso es que la periferia costarricense presenta una situación social y económica desfavorable, en ocasiones crítica, y las diferencias con la región central del país - o con las zonas urbanas - es muy marcada. Esta diferenciación no tiene visos de aminorar. Por el contrario, se ahonda con el paso del tiempo y las estrategias de crecimiento económico aplicadas en los últimos años solo han servido para agravar la situación, produciendo empobrecimiento, proletarianización de los campesinos y emigración (en realidad, expulsión) desde el agro a las áreas urbanas del Valle Central (Estado de la Nación, 1997 y 1998). Las tasas de pobreza en las encuestas de Hogares de 1997 y 1998, por ejemplo, reflejan que la pobreza en general, y sobre todo la pobreza extrema, es inferior en las zonas urbanas que en las rurales. Igualmente, los Informes de Estado de la Nación en los años mencionados muestran como en un indicador tan relevante como lo es la mortalidad infantil los veinte cantones más pobres del país, todos rurales y periféricos, presentan tasas mucho más elevadas que el promedio nacional y, por supuesto, aún más pronunciadas si se les compara con los cantones más favorecidos y con mejor cobertura sanitaria del Valle Central.

En 1987 MIDEPLAN hizo una caracterización de los cantones de Costa Rica,

para lo cual estableció una serie de indicadores sociales y económicos, dando una puntuación según la cantidad y calidad de dichos indicadores (vivienda, salud, educación, alcantarillado, acueductos, electricidad, tasas de mortalidad y disposición de ciertos bienes y servicios). Como era de esperarse, los cantones mejor situados fueron los del Valle Central. Quienes registraron condiciones más críticas fueron los cantones de la periferia del país. Los cantones de la zona norte, menos San Carlos, fueron catalogados con condiciones muy malas. San Carlos presentó una calificación regular. Solo el distrito de Ciudad Quesada presentó una condición buena (MIDEPLAN, 1987). No es aventurado decir que conforme los cantones del país estén ubicados más cerca del Valle Central, sus condiciones socioeconómicas serán mejores. Y al contrario: a medida que se alejen del Valle Central, los indicadores socioeconómicos y la presencia estatal disminuirán. De hecho el mapa elaborado por el estudio de MIDEPLAN citado refleja perfectamente la situación descrita.

QUINTO PERIODO (1985-).

Desde mediados de los años 80 puede detectarse un nuevo periodo en la historia sancarleña. Como el resto del país, la región sentirá los efectos de las políticas de Ajuste Estructural, cuyas consecuencias más importantes en la zona se pasan a enumerar en las líneas siguientes: en primer lugar la transnacionalización del agro sancarleño. El énfasis dado a la agricultura de exportación con productos no tradicionales ha significado, en la práctica, la entrada masiva en la región de grandes capitales extranjeros y nacionales que han copado los rubros más valiosos (cítricos, ornamentales). La producción en gran escala destinada al mercado extranjero solamente podía favorecer a empresas con gran capital, desarrollo tecnológico, capacidad organizativa, contactos externos (y políticos internos), etc. Una empresa como la DOLE controla la comercialización externa de buena parte de los cítricos en la región de San Carlos. Procesos similares pueden notarse en el resto del agro costarricense, donde la concentración en la producción y especialmente en la exportación es enorme (Altemburg y otros, 1990). Estas industrias acapararon buena parte de los

incentivos dados por el Gobierno costarricense a las empresas exportadoras como los Certificados de Abono Tributario (CATS). Los CATS son en realidad un subsidio del Estado tomado de la Hacienda Pública. Por eso, los CATS pueden considerarse un drenaje de recursos nacionales hacia el extranjero y hacia las empresas nacionales más fuertes.

Este no es el único beneficio que reciben estas empresas, pues hay muchos más (importar insumos sin pagar impuestos, no pago de impuestos sobre la renta, disminución o eliminación de los impuestos de salida, eliminación de los impuestos a las transferencias externas por ganancias, etc). No falta quien acuse a los beneficios otorgados a la agricultura de exportación de ser los responsables de disparar peligrosamente la deuda interna. Se aduce que en 1978 la deuda interna costarricense significaba el 26% del producto interno bruto (PIB), porcentaje que en 1998 había ascendido al 40% del PIB (La República, 1998). En otras palabras, la deuda interna es el resultado estructural de un determinado modelo de desarrollo cuya característica fundamental es el privilegio desmedido brindado a unas pocas empresas nacionales y extranjeras, siendo las transnacionales parte importante de ese grupo de privilegiados.

Naturalmente, el fiscal no es el único costo que el modelo neoexportador implantado desde los años 80 ha tenido para la economía y sociedad costarricense. Habría que agregar el enorme costo socioeconómico, político y hasta cultural de la desaparición de amplios sectores del campesinado así como de los impactos ambientales. Ambos temas serán abordados más adelante.

Un aspecto relevante de esta transnacionalización del agro sancarleño es la concentración de tierras, agravando un problema histórico del cantón, especialmente de la extensa llanura, pues los distritos del piedemonte (Ciudad Quesada, Venecia o el distrito central de Aguas Zarcas) presentan una distribución de la tierra menos inequitativa, al menos si se juzgan los datos del Censo Agropecuario de 1984. La tendencia es a que las tierras más productivas caigan en manos de un puñado de empresas dedicadas a la exportación. El caso de TICO FRUIT es ilustrativo a este respecto. Esta transnacionalización intensifica el fenómeno de la concentración de la tierra que, como se indicó anteriormente, es

un elemento característico en la historia del agro sancarleño. El Censo de 1984 ya era un fiel reflejo de un fenómeno que debe haberse agravado, tomando en cuenta las condiciones en que se ha desarrollado la "*agricultura de cambio*" en San Carlos, así como en otras zonas rurales costarricenses. Las grandes empresas no sólo compran tierras a los pequeños propietarios, sino también a los medianos y a los grandes hacendados.

En segundo lugar debe mencionarse la progresiva desaparición del campesinado sancarleño. Una de las directrices fundamentales de los PAES era desestimular la producción interna de granos básicos pues, según sus defensores, el productor nacional era poco eficiente y al país le resultaba más barato importar los alimentos. En consecuencia, se eliminaron los subsidios a los productores, lo mismo que los precios de sustentación a través del Consejo Nacional de la Producción, coherentes con tales políticas también se quitaron los créditos y la asistencia técnica dirigidos al sector campesino (Fallas, 1990; Mora, 1990; Reuben 1990). El resultado previsible de estas medidas en el agro sancarleño y costarricense fue la **descampenización** acelerada. En los últimos quince años decenas de miles de antiguos productores independientes emigraron hacia la región central del país donde se convirtieron en una parte de los nuevos precarios que han proliferado en las zonas marginales del Área Metropolitana de San José.

En tercer lugar, los pequeños y medianos productores han sido empujados hacia la reconversión. Esta "*reconversión*" implica dejar de producir granos básicos y pasarse a productos "*más rentables*"; en otras palabras: productos no tradicionales de exportación. Muchos no pudieron hacerlo por diversas razones, entre los que podría mencionarse la falta de experiencia en del campesinado en tales productos; en efecto, no es fácil pasar a ocuparse de productos como los cítricos, las plantas ornamentales, la vainilla o el cardamomo (por sólo citar algunos cuantos) cuando se ha estado dedicado a la producción a maíz, frijoles o musáceas. Otro motivo fue la ausencia de capital suficiente, pues muchos de estos productos requieren grandes inversiones de capital, condición que dejaba por fuera a un elevado porcentaje de agricultores. También podría mencionarse que estos productos necesitan algunos años antes de que puedan verse los

resultados económicos. La difícil situación del campesinado le prohíbe la dedicación a actividades de mediano o largo plazo, pues ello pondría en peligro la reproducción de la unidad económica familiar, que, como se sabe, es el objetivo principal de la racionalidad campesina (Mora, 1997; Rodríguez, 1993), aparte de que solamente la disposición de grandes capitales permite inversiones que se recuperarán en el largo plazo, situación que no es, precisamente, la del campesinado sancarleño ni costarricense. Por otra parte, el alto costo de las tecnologías inherente a los productos no tradicionales de exportación (semillas, fertilizantes, plaguicidas) también constituye un serio impedimento para la reconversión (Mora, 1990; Rivera y Román, 1990). Quienes han contado con mejor suerte son los agricultores que ya tenían experiencia en los cultivos no tradicionales. Es el caso de las raíces y tubérculos. Sin embargo, San Carlos es en Costa Rica, e incluso dentro del ámbito centroamericano, una de las regiones donde la reconversión productiva ha tenido mayor éxito, aunque con limitaciones y obstáculos que se mencionarán próximamente (Román y Rojas, 1993; Stamm, 1996). En todo caso, la reconversión productiva implica la despreocupación por el autoabastecimiento nacional en materia de alimentos. En otras palabras: las políticas derivadas de los PAES no consideran la seguridad alimentaria de Costa Rica.

A este respecto puede afirmarse que no es conveniente dejar en manos de la importación la seguridad alimentaria de un país, por cuanto el mercado mundial de alimentos es muy volátil e inestable, fácilmente manipulable y sujeto a multitud de variables, ninguna de las cuales, dicho sea de paso, es influenciada por Costa Rica o por ningún otro país subdesarrollado. Además, y contrario a lo que piensan los promotores dogmáticos de las políticas aperturistas, la tendencia vigente en los mercados internacionales es al incremento en los precios de los alimentos (Chiriboga, 1997). Un país dependiente en materia de alimentos se vuelve sumamente frágil a todo tipo de presiones (económicas, políticas, diplomáticas).

Debe considerarse un aspecto fundamental: Costa Rica tiene un mercado interno suficiente como para que los campesinos puedan dedicarse a la producción de alimentos, obteniendo las ganancias suficientes que les permitan

acceder a un nivel de vida digno. Tampoco debe olvidarse que unos campesinos con buenos niveles de ingresos pueden influir positivamente sobre otros sectores de la economía (industria, construcción, comercio, servicio). Este es un factor que no suelen considerar los promotores de la reconversión productiva. Con mucha razón, las reivindicaciones de las organizaciones campesinas, dentro y fuera de San Carlos, vienen enfatizando desde hace varios años sobre tales aspectos, sin que sus demandas hayan logrado permear las decisiones políticas, claramente decantadas hacia posiciones aperturistas unilaterales, las cuales afectan los intereses de los productores agropecuarios y a las regiones de la periferia nacional como San Carlos.

En cuarto lugar, los productores regionales (grandes, medianos o pequeños) se están volviendo completamente dependientes de las empresas que dominan los canales de comercialización en los mercados externos, donde se obtienen los mayores beneficios económicos. Lo anterior tiene varias repercusiones para los productores:

1. las empresas comercializadoras ponen las condiciones técnicas y las especificaciones que deben reunir los productos exportados;
2. estas empresas tienen control sobre los precios que pagan a los productores;
3. las empresas tienen la potestad de rechazar todos los productos que quieran. De hecho, es muy alto el porcentaje de rechazo realizado por estas empresas;
4. En caso de baja acentuada de los precios en los mercados internacionales, las empresas comercializadoras primero "salvan" su producción, dejando abandonados a los productores nacionales, quienes deberán afrontar una situación muy difícil, incluso la quiebra y la consecuente pérdida de sus tierras.

Varios productores sancarleños han podido experimentar en carne propia esta situación. Pueden citarse al respecto los productores de raíces y tubérculos (yuca, camote), de palmito y los pequeños y medianos productores de piña. La situación experimentada desde octubre de 1999 por estos últimos es además ilustrativa de

como los pequeños productores son carne de cañón, y por lo tanto víctimas, de las guerras comerciales emprendidas por las grandes procesadoras y exportadoras. La empresa Tico Fruit pagaba unos 14 centavos de dólar por piña a los productores de Pital, Aguas Zarcas, Venecia y Río Cuarto. Como parte de su estrategia competitiva, la empresa Del Oro empezó a pagar a productores de esas regiones hasta 24 centavos de dólar por piña. En octubre de 1999 Tico Fruit cerró sus compras locales de este cítrico. Esta situación fue inmediatamente aprovechada por Del Oro, cuyo precio por unidad de piña comprada bajó a cuatro centavos de dólar. Tómese en cuenta que para esas fechas los costos de producción por unidad estaban calculados en diez centavos dólar. Se comprenderá fácilmente la crítica situación a que se ven enfrentados desde entonces los pequeños y medianos productores sancarleños de esta fruta.

Como resultado de la situación descrita en párrafos precedentes, los productores de San Carlos están buscando distintos mecanismos para incursionar directamente en los mercados externos, sin pasar por el filtro de las grandes empresas transnacionales. Hasta el momento los resultados son poco satisfactorios, pues el dominio de estas empresas es tan fuerte que su desplazamiento, aunque sea leve, es harto difícil.

En quinto lugar, es muy poco el valor agregado de la producción exportada. Este aspecto es fundamental. Para San Carlos y el resto de las zonas rurales del país esta situación implica exportar productos cuya tendencia es la pérdida de valor en mercado internacional; la creación de pocos puestos de trabajo; la exigencia de mano de obra poco calificada; salarios generalmente bajos. La agregación de valor se da en los países desarrollados y, dentro del país, en el Valle Central. Por lo tanto es aquí donde se producen los buenos empleos, la mano de obra calificada, los buenos salarios, etc. Las regiones periféricas como San Carlos deben padecer un doble colonialismo y explotación: la externa y la interna.

En sexto lugar, el modelo impuesto es incapaz de originar una estrategia sostenida de crecimiento por un periodo prolongado de tiempo. En esto se

diferencia del modelo anterior de sustitución de importaciones e, incluso, del modelo de desarrollo hacia afuera surgido en el siglo XIX con la caficultura.

En sétimo lugar, la producción de granos básicos es realizada ahora por grandes o medianos productores. Efectivamente eso está sucediendo en San Carlos. Esta situación se presenta más claramente en el cultivo del arroz, cuyas condiciones productivas facilitan los procesos de mecanización, la cual a su vez exige mayores inversiones de capital, en tierras e insumos, aspectos todos que están fuera del alcance de los pequeños productores.

En octavo lugar, la principal actividad económica durante el periodo anterior (la ganadería extensiva de carne) ha entrado en franca decadencia. Muchas tierras dedicadas a pastos se dedican actualmente a otras actividades productivas (caña de azúcar, arroz, raíces y tubérculos, musáceas, agroecoturismo, lechería, entre otras) (Estado de la Nación 1997).

En noveno lugar, la creación de empleo ligada a las nuevas actividades productivas es baja. Este proceso es atribuido por algunos analistas a la masiva presencia de inmigrantes ilegales nicaragüenses. Dicho en otros términos, se está dando un desplazamiento de la mano de obra regional por los inmigrantes provenientes de Nicaragua (Estado de la Nación, 1997). Precisamente, este periodo va a presenciar una entrada masiva de nicaragüenses a suelo sancarleño en busca de trabajo. Entre otras consecuencias, esta emigración ya está desplazando fuerza de trabajo local, como acaba de ser indicado, situación que puede agravar ciertas condiciones sociales de la población sancarleña (desempleo y la competencia por la búsqueda de trabajo, baja en los niveles salariales con la consiguiente repercusión en los índices de pobreza, competencia por los servicios que brinda el Estado Costarricense, cuya cantidad y calidad han venido disminuyendo en las últimas dos décadas a causa de la política de limitar los ámbitos de acción estatales; etc.). Lo anterior puede suscitar conflictos con los migrantes nicaragüenses.

Este periodo, igualmente, va a ser testigo del surgimiento de actividades que tendrán gran importancia económica: el turismo y la generación de energía

hidroeléctrica. San Carlos, y la región Huetar Norte, poseen condiciones que lo hacen atractivo para el turismo agroecológico. Los distritos de La Fortuna y La Tigra han sido especialmente afortunados en la recepción turística.

Por su parte, en la región han proliferado los proyectos privados de generación hidroeléctrica, cosa comprensible si se considera que existen condiciones ideales para este tipo de actividad. La cuenca del Río San Carlos es ideal en este sentido. Sin embargo, la proliferación de represas está provocando la oposición de muchas comunidades de la región que sienten perjudicadas las actividades económicas de las cuales dependen (agricultura, ganadería o el turismo). Las comunidades cercanas a los proyectos San Lorenzo y CONELECTRICAS (aunque situadas en el cantón de San Ramón pertenecen a la parte alta de la cuenca del río San Carlos) como Bajo Rodríguez, Coopezamora, Los Criques o Valle Azul pueden ilustrar esta situación. El proyecto Chocosuela que impulsa COOPELESCA en el río La Vieja fue impugnado por vecinos de comunidades como Florencia, Cuestillas y Florencia por estar perjudicando las actividades agropecuarias y de piscicultura. Es de esperar que las etapas II y III de Chocosuela encuentren mayor oposición, lo mismo que otras represas proyectadas para la zona (como el del ICE en el río Peñas Blancas).

Algo que debe destacarse es que el capital regional ha incursionado en las actividades turísticas y energéticas. En efecto, capitales generados en la ganadería o la agricultura se invierten tanto en los proyectos hidroeléctricos como turísticos (Rodríguez, 2001). Incluso, en este último sector se da una participación no desdeñable de pequeños empresarios y de algunas comunidades. Esto es satisfactorio, sobre todo considerando que en otras regiones del país la actividad turística fue copada por los inversionistas extranjeros o los grandes inversionistas nacionales. Si bien es verdad en San Carlos es significativa la presencia del capital extranjero o nacional, éste dejó espacio para los inversores regionales. Precisamente uno de los principales retos que debe afrontar San Carlos (así como el resto de Costa Rica) es, precisamente, el de buscar la manera de democratizar

los dividendos generados por el turismo, para que el mayor número posible de familias y comunidades tengan acceso a tales beneficios.

Este periodo ha agudizado una tendencia regional: la concentración de las actividades productivas en la franja sur de San Carlos, la cual, quizás no por casualidad, coincide con los límites de la cuenca del río San Carlos. Efectivamente, tanto las actividades no tradicionales, como el turismo y los proyectos hidroeléctrica se ubican mayoritariamente en la franja sur de San Carlos (Rodríguez, 1999, 2001). Los distritos del norte sancarleño como Pocosol y Cutris o la parte norte de Pital apenas se han visto tocados por las actividades mencionadas. Al contrario, la decadencia de la ganadería lo ha afectado, a lo que hay que sumar que son los distritos con la mayor tasa de deforestación en San Carlos, cantón ya de por sí altamente deforestado. Súmese a ello la llegada de gran cantidad de inmigrantes procedentes de Nicaragua. Esta diferenciación, que reproduce regionalmente lo que acontece en el ámbito nacional entre la región central y las periféricas, es otro de los principales problemas de San Carlos. Sus fuerzas sociales y políticas deben esforzarse por hallar soluciones que ayuden a no aumentar la brecha entre ambas zonas. De hecho, los distritos mencionados deben ser receptores prioritarios de la inversión (crédito a la producción, infraestructura, educación, salud, acueducto, alcantarillado) destinada al cantón.

IV PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL RÍO SAN CARLOS

1. EFECTOS DE LOS PLAGUICIDAS

La cuenca del río San Carlos posee la mayor concentración poblacional y de actividades productivas de la región Huetar Norte que, indudablemente, constituyen las principales fuentes de contaminación de los ríos pertenecientes a esta cuenca. En la cuenca existen gran cantidad de empresas agropecuarias, agroindustriales e industriales. Todos los estudios realizados dentro y fuera de

Costa Rica muestran la estrecha conexión entre los ciclos productivos, el deterioro de los recursos naturales y la contaminación del medio ambiente, pues los desechos generados en los diversos procesos productivos van a dar a los ríos. En las microcuencas de los ríos que conforman la cuenca del San Carlos existen muchas actividades económicas como la ganadería de carne y leche, los cítricos (piña, naranja, maracuyá); raíces y tubérculos, plantas ornamentales, especies. Buena parte de estos productos son no tradicionales de exportación caracterizados por el uso intensivo de agroquímicos (plaguicidas y fertilizantes). Los datos disponibles señalan un marcado incremento para los años 90 en la importación de plaguicidas, muchos de ellos extremadamente peligrosos (Proyecto Estado de la Nación, 1996). Un ejemplo es el bromuro de metilo, el cual suele emplearse con el objetivo de esterilizar los suelos antes de sembrar las nuevas cosechas. Este producto es altamente tóxico para el ser humano (se le correlaciona con el cáncer de piel y las cataratas en los ojos) y para el medio ambiente (influye en la disminución de entre un 5% y 10% del ozono). En Costa Rica la importación de este plaguicida aumentó en los años 1992-1997 de 400 a 700 toneladas (Proyecto Informe Estado de la Nación, 1997). Es muy posible que en la cuenca del río San Carlos se estén utilizando muchos de estos plaguicidas peligrosos. Acerca de este particular, falta aún por realizar un estudio sistemático. La investigación en marcha sobre la cuenca del San Carlos tiene como uno de sus subproyectos hacer un estudio de los ríos para detectar e identificar en ellos la presencia de residuos de plaguicidas.

2. CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS POR DESECHOS INDUSTRIALES, AGROINDUSTRIALES, AGRÍCOLAS, TURÍSTICOS Y DOMÉSTICOS

A orillas de los afluentes del San Carlos - y en el cauce principal de este río - se han establecido las principales agroindustrias y empacadoras (plantas procesadoras de leche y de cítricos, ingenios azucareros, beneficios cafetaleros, entre otras). El impacto ambiental de algunas de estas actividades ha provocado la reacción organizada de algunos grupos e, incluso, de comunidades. Así sucedió

en el distrito de La Tigra contra una empresa dedicada a la exportación de chile dulce y pimienta, donde las mujeres trabajadoras de la empresa tuvieron un destacado papel. La contaminación de las aguas del río Aguas Zarcas tuvo aún mayor resonancia cantonal y nacional. Varios pequeños y medianos productores se organizaron para exigirle a la empresa Tico Fruit la implementación de las medidas necesarias para que no continuara contaminando al río. Las aguas estaban siendo contaminadas por los desechos que la empresa arrojaba al río, situación que perjudicaba las actividades pecuarias, agrícolas y recreativas de los vecinos. También el río había perdido su color habitual para adquirir uno entre verdoso y ocre, sin contar los pestilentes olores despedidos por los desechos. Ante la presión de la comunidad, que incluso fundaron la Asociación para la protección de las aguas de la Zona Norte (APAZONO) y el apoyo decidido de otras fuerzas cantonales (Municipalidad, UPANACIONAL, cooperativas, estudiantes, medios de comunicación, la Iglesia, etc.), Tico Fruit se vio en la obligación de construir una moderna planta de tratamiento que significó la erogación de alrededor de 14 millones de dólares, aprovechando, de paso, los desechos cítricos con el propósito de elaborar concentrados, cuyo principal comprador es la Cooperativa Dos Pinos. Este ejemplo ilustra a la perfección la importancia de la educación y la organización de los ciudadanos para velar por la integridad de su medio ambiente y de sus recursos naturales, pero al mismo tiempo muestra el cambio de actitud de algunas empresas que entienden que no se puede seguir produciendo deteriorando los recursos naturales, especialmente si éstos también son utilizados por otras empresas o productores. Las empresas contaminadoras tarde o temprano encontrarán la oposición organizada tanto de las personas, grupos y comunidades que se vean perjudicados como de quienes no estén dispuestos a tolerar este tipo de comportamiento destructivo y antisostenible, aunque no estén siendo directamente afectados.

Otro caso importante de contaminación que provoca creciente malestar es la contaminación del río Platanar - y de uno de sus afluentes - por la empresa Dos Pinos, en Ciudad Quesada. A pesar de que esta empresa construyó una planta de tratamiento para sus fábricas procesadoras de quesos y leche en

polvo, la planta funciona de modo deficiente, siendo la descarga de residuos en los ríos la norma desde que las fábricas entraron en funcionamiento hace algunos años.

Un caso interesante fue el ocurrido en el Ingenio de Arenal en 1998. Este ingenio fue acusado reiteradamente de contaminar las aguas del río San Carlos. Como la empresa no tomaba medida alguna, el Ministerio de Salud optó por cerrarlo. La reacción no se hizo esperar: la comunidad reaccionó airadamente, pues el ingenio es la principal fuente de ingresos para muchos de ellos, sean pequeños o medianos productores, comerciantes, transportistas, trabajadores de campo o de planta, etc. El ingenio reinició actividades al poco tiempo, sin que haya tomado las medidas necesarias para evitar o disminuir la contaminación del río San Carlos. Este ejemplo ilustra el caso opuesto al de Tico Fruit: la comunidad está dispuesta a tolerar la contaminación ambiental, porque para ella es un mal menor comparada con la pérdida de una actividad económica que es básica para ella.

Por supuesto hay diferencias: en el caso de Tico Fruit la contaminación del río Aguas Zarcas afectaba los intereses económicos de muchos pobladores, situación que no presenta en Boca de Arenal. De todos modos, estos dos ejemplos ponen de manifiesto la compleja trama de intereses que entran en juego en la dialéctica ciclos productivos/deterioro ambiental.

Sin embargo, la conciencia y organización comunales en temas relacionados con el ambiente ha demostrado su peso en otras oportunidades. Ejemplo claro de ello fue la lucha que se emprendió en los años 1989-1992 contra la empresa minera EUROESPECT, la cual pretendía explotar los yacimientos de azufre ubicados en las montañas al sur de Ciudad Quesada, donde nacen algunos de los ríos más importantes de la cuenca del San Carlos, como el Platanar, La Vieja, el Peje o el San Rafael. Aparte de los costos económicos, las eventuales consecuencias ambientales podían ser catastróficas tanto para las comunidades asentadas en el piedemonte sancarleño como para varias comunidades pertenecientes a cantones vecinos (Valverde Vega, Grecia y

Alfaro Ruiz), en razón de que en estas montañas están los más importantes acuíferos de toda la cuenca. Las actividades de EUROSPECT implicaban deforestar grandes extensiones de bosques y el peligro de contaminar las aguas tanto subterráneas (friáticas) como superficiales. Ante semejante perspectiva, la comunidad se puso en pie de lucha y no cesó en su empeño hasta lograr que en 1992 se creara el Parque Nacional Juan Castro Blanco con una extensión aproximada a las 15 400 has. La condición de Parque Nacional impide las explotaciones mineras. Es importante destacar en esta lucha la participación de la Municipalidad sancarleña y de todo tipo de organizaciones de la sociedad civil, desde escuelas, colegios y universidades, hasta cooperativas, campesinos, empresarios, pasando por dirigentes de partidos políticos, los grupos ecologistas y la Iglesia, la cual, mediante su pastoral juvenil, asumió un papel fundamental. A esta lucha también se sumaron organizaciones de ámbito nacional como la Asociación Ecologista Costarricense (AECO).

La inexistencia de un alcantarillado sanitario para el tratamiento de las aguas negras, sobre todo en Ciudad Quesada, es una fuente importante de contaminación en la cuenca del río San Carlos. A este problema también contribuyen la mala planificación urbana y los pocos controles municipales que permiten la construcción de viviendas en las cercanías de los ríos. Las aguas negras y servidas de muchas de estas viviendas suelen ir a dar a los cauces de los ríos. En Ciudad Quesada esta situación se presenta en algunos sectores de los barrios San Martín y La Cruz, así en los cuadrantes del centro.

Sin embargo, la situación del recurso hídrico de la cuenca es crítica, según los resultados de las evaluaciones realizadas por un equipo investigador de la Escuela de Ciencias y Letras en el cauce principal del río San Carlos (Mora y otros, 2001). En efecto, la alta presencia de coliformes fecales en este cauce inhabilitan las aguas del río San Carlos para consumo humano, riego agrícola y para actividades recreativas como la natación (Mora y otros, 2001).

Las causas para semejante contaminación pueden obedecer a la ausencia de alcantarillado sanitario en todas las poblaciones de importancia; de este modo, las

aguas negras van a dar a los ríos, los cuales son transformados en alcantarillas al aire libre. La población que habita la cuenca del río San Carlos está constituida por todos los distritos de San Carlos, excepto los de Venado y Pocosol, lo cual arroja un subtotal de *113.258 habitantes y 29.753 viviendas* (INEC, 2001). Habría que agregar a los distritos ramonenses de Peñas Blancas y Los Ángeles, ubicados en la parte alta de la cuenca, con una población conjunta de *13.704 habitantes y 3.723 viviendas*. En total, la población de la cuenca a julio del 2000 era de *126.963 habitantes, contando con 33.476 viviendas* (INEC, 2001). Las aguas negras y residuales de esta población van a parar a los distintos cuerpos de agua de la cuenca sin ningún tratamiento, constituyéndose así en una importante fuente contaminadora.

Desde 1998 se discute una propuesta de Acueductos y Alcantarillados de construir el alcantarillado de Ciudad Quesada, la cual es adversada por muchas personas, porque implica la entrega a esta institución pública del acueducto. Algo que agrava la situación es que el A y A no tiene en estos momentos el financiamiento para la totalidad de la obra, la cual se ejecutaría en etapas. Los vecinos se preguntan sobre la conveniencia de entregar el acueducto si, por otro lado, también deben asumir parte del costo de la obra. A este respecto, en la comunidad hay clara conciencia de la importancia futura del recurso hídrico, pues la ciudad está asentada sobre varios mantos acuíferos, no existiendo, al parecer, disposición comunal de renunciar al control de un recurso tan valioso y estratégico. En todo caso, la construcción de alcantarillados, sobre todo el de Ciudad Quesada, es una necesidad imperiosa para las comunidades sancarleñas, pues así se ataca una importante fuente de contaminación en las aguas de la cuenca.

Otra fuente probable de impacto en la cuenca la constituye la infraestructura hotelera que desde fines de los años 80 está en auge en la geografía sancarleña. La mayor parte de los hoteles prefieren asentarse junto a los ríos, entre otras razones porque estos forman parte de la oferta turística misma (belleza escénica; medios de transporte para llegar a otros lugares con atractivo turístico; flora y fauna interesantes; prácticas recreativas en el río; ríos con aguas térmicas, etc.).

Ejemplos de la anterior afirmación son el Hotel El Tucano situado junto al río San Rafael; Tilajari en el río San Carlos; La Garza junto al Platanar; Tabacón en el río del mismo nombre. Al ser los ríos importantes imanes para el turismo, se tornan atractivos para la infraestructura encargada de ofrecer este tipo de servicios. Sin embargo, si no se toman las medidas preventivas del caso, la infraestructura turística también puede constituirse en generadora de contaminación. Ante el Departamento de Saneamiento Ambiental de la región se han presentado denuncias contra establecimientos hoteleros por contaminar ciertos ríos de la cuenca. Debe ponerse especial cuidado en que las plantas de tratamientos de aguas negras y otros desechos sean los suficientemente grandes y eficientes, porque de lo contrario se pueden contaminar las aguas, con las consecuencias para la salud tanto de los usuarios como de los pobladores que viven río abajo de la zona en donde se halla levantada la infraestructura hotelera.

Otro posible impacto del turismo puede originarse en que eventualmente la demanda llegue a superar la capacidad de carga de parques y reservas, ya sean nacionales (públicas) o privadas. Para Costa Rica existen estudios que demuestran como la capacidad de carga de algunos parques o reservas (forestales o biológicas) están siendo sobrepasadas, con serios impactos para la flora y fauna que contienen. En el caso sancarleño faltan estudios concretos en esta dirección. Sería conveniente que en los parques nacionales o en las reservas ubicadas en la cuenca se realizaran este tipo de investigaciones, que ayuden a darle un uso idóneo y sostenible a un recurso de obvio interés económico, social y ambiental.

3. LA PROBLEMÁTICA DE LA EXPANSIÓN INCONTROLADAS DE REPRESAS HIDROELÉCTRICAS

La proliferación de represas hidroeléctricas tiene los visos de convertirse en un importante problema ambiental, económico y social para las comunidades ubicadas en la cuenca del río San Carlos, la cual es, posiblemente, la más importante del país en cuanto a generación eléctrica, tanto por las obras en funcionamiento como por los proyectos en ejecución o en factibilidad. Esta cuenca

presenta condiciones idóneas para la producción de electricidad a causa de la abundancia de ríos como a la topografía quebrada del terreno. Sin embargo, existe creciente oposición de muchos sectores y comunidades a lo que califica como "*explosión incontrolada*" de proyectos hidroeléctricos. Aunque este no es el lugar para hacer una discusión exhaustiva del problema, que, por otra parte desborda los alcances de esta sección, sí vale realizar un breve recuento de la cuestión debido a su importancia estratégica en el desarrollo costarricense.

Costa Rica carece actualmente de una estrategia de desarrollo energética a largo plazo, aspecto que tampoco debe sorprender considerando que, una vez agotado el **modelo Desarrollista** vigente entre 1950 y 1980, el país está ayuno de un modelo que responda a la autoafirmación y a los intereses nacionales. El modelo neoliberal vigente en los últimos quince años muestra señales de agotamiento. Este modelo ha concentrado aún más la riqueza, excluyendo a crecientes sectores de población, precarizando y segmentando los mercados laborales (Gallardo, 1999). El "*crecimiento exportador*", fue logrado a un gran costo social, fiscal (que representó la transferencia de recursos hacia los sectores más poderosos económicamente del país y hacia varias empresas transnacionales) y ambiental. La franja sur de San Carlos, como se analizó en los antecedentes históricos, situada casi enteramente en la cuenca, ha sido una de las regiones donde el modelo presenta más nítidamente sus características, mostrando una reconversión productiva realmente notable (Altemburg y otros, 1990; Román y Rojas, 1993; Stamm, 1996; Proyecto Estado de la Nación, 1997), si lo único a tomar en cuenta fuera lo estrictamente economicista. Sin embargo, este modelo es incapaz de ser la base productiva para un proceso de crecimiento sostenido en el tiempo, económicamente incluyente y socialmente equitativo (Proyecto Estado de la Nación, 1998). El modelo neoliberal puso el énfasis en las fuerzas del mercado, reduciendo todo lo posible las funciones estatales. Naturalmente, cualquier modelo que pretenda, para citar un ejemplo, disminuir la brecha económica, social y cultural existente entre la región central y las periféricas (o entras las zonas urbanas y las rurales) debe recurrir en una activa participación del Estado con el objetivo de canalizar la inversión pública hacia las regiones más abandonadas,

pobres y necesitadas. Las "fuerzas libres" del mercado, al dirigir la inversión basada en un estricto criterio de rentabilidad cortoplacista, beneficiaría aún más a las ya de por sí privilegiada Gran Area Metropolitana (GAM), en detrimento de las zonas rurales las cuales, evidentemente, para los capitales guiados por el juego del libre mercado no tienen mayor interés.

Quizás por esa confianza ciega en el mercado como el mecanismo ideal para asignar los recursos es que la generación privada de electricidad ha experimentado en los últimos años una considerable expansión. Empero, y como sucedió en el pasado con otros sectores económicos como la agroindustria azucarera (Achío y Escalante, 1985), políticos y empresarios - no pocas veces confundidos en la misma persona - parecen estar detrás de esta expansión. Algunos intelectuales y diputados han venido denunciado que la producción energética generada en estas condiciones es onerosa para el país, pues el ICE está obligado a comprarla aunque no la necesite y, peor aún, aunque deba "botar" su propia electricidad para poder comprar la de las empresas privadas.

Esta proliferación de proyectos privados también actualiza una discusión vital para el futuro del país, sobre todo si este pretende ser equitativo, justo, participativo y democrático: ¿a quién pertenecen los recursos naturales? ¿Cuál es el modo mejor de utilizarlos? En el caso concreto de los ríos, ¿deben estos tener el mayor número posible de usos y beneficiarios? ¿Es justo y racional que un uso determinado del río se haga en detrimento de otros usos posibles, sean éstos actuales o futuros? Varios autores acusan a los proyectos hidroeléctricos, sobre todo a los de gran escala, de infligir serios daños ambientales y de prestarse para que los económicamente poderosos se aprovechen de los pobres, siendo estos expropiados y expulsados de las tierras que tradicionalmente ocuparon y en donde han establecido sus lazos sociales y culturales. En varios países del Primer Mundo varias represas están siendo inutilizadas o destruidas y la discusión sobre sus ventajas y desventajas crece alrededor del mundo. Sin embargo, la alternativa que se está proponiendo en los países desarrollados a las grandes represas hidroeléctricas es la construcción de plantas nucleares, las cuales ocasionan al medio ambiente y a las personas impactos más serios y de más duración en el

tiempo (Ander-Egg, 1985). Para la escritora hindú Arundhati Roy las grandes represas son *"un instrumento del Gobierno para acumular poder (le permiten decidir quién obtiene cuánta agua y quién cultiva qué en cada sitio). Son una forma garantizada de arrebatar al campesino las ventajas que le daban sus conocimientos tradicionales. Son una forma descarada de quitar agua, tierra y riego a los pobres y regalárselos a los ricos. Los pantanos desplazan a enormes grupos de personas, les dejan sin hogares ni posesiones. (En la India se calcula que las represas han desplazado en el último medio siglo a más de 50 millones de personas, muchas de las cuales fueron desplazadas más de una vez). Desde el punto de vista ecológico - continúa la escritora hindú - tampoco están bien vistas (las represas). Arrasan la tierra. Provocan riadas, inundaciones y salinidad, propagan enfermedades. Existen cada vez más pruebas sobre la relación entre las presas y los terremotos. Todo el mundo sabe que las grandes presas hacen lo contrario de lo que afirman sus defensores, y el mito del perjuicio a escala local para obtener un beneficio a escala nacional ya no se lo cree nadie"* (Roy, 1999).

Vale la pena detenerse en algunas de las consideraciones de Roy porque reflejan situaciones que también se están dando en Costa Rica, siendo especialmente pertinentes para la cuenca del río San Carlos. ¿Es justo sacrificar a las comunidades y subregiones de esta cuenca - y de cualquier otra cuenca - en aras de un pretendido interés nacional? ¿Es justo perjudicar el ambiente y las actividades económicas de comunidades rurales construyendo represas, muchas de las cuales benefician exclusivamente a grandes empresarios y políticos nacionales?

Esta discusión es especialmente relevante para la cuenca del río San Carlos - y, más ampliamente, para la región Huetar Norte - puesto que hay varios productores y comunidades que se sienten afectados en sus actividades económicas por algunos proyectos hidroeléctricos. Esto sucede en comunidades como La Tigra, Chachagua, Peñas Blancas y ciertos asentamientos campesinos del distrito de Los Ángeles de San Ramón como Valle Azul o Los Criques - todos situados en la parte sudeste de la cuenca del río San Carlos -. Los productores de estas poblaciones, mayormente pequeños y medianos agricultores, expresan que

sus actividades están siendo perjudicadas por la reducción del caudal de los ríos, fenómeno que atribuyen a las represas. En San Carlos, ganaderos, agricultores y piscicultores de Florencia y Santa Clara afirmaron haber sido afectados por el proyecto Chocosuela perteneciente a COOPELESCA. Fuera de San Carlos, pero dentro de la zona norte, se dan luchas similares en el cantón de Sarapiquí. Los vecinos han acusado, asimismo, a las represas de afectar las posibilidades de recreación comunal al disminuir el caudal de los ríos. En las zonas rurales los ríos constituyen a la vez lugares de recreación y de encuentro. Cuando los ríos son afectados por la contaminación o por las represas, se pierden sus características recreativas, sociales, culturales y estéticas. Para expresarlo en otras palabras, las comunidades pierden calidad de vida. Y este es un aspecto que casi nunca sale a reducir cuando se discuten las consecuencias de las represas.

La oposición a la proliferación de represas va en aumento. San Carlos es en estos momentos una especie de "pionero" en los problemas y controversias ambientales, económicas y sociales que las represas hidroeléctricas seguramente generarán a medidas que se extiendan a otras regiones del país. De aquí la importancia de lo que se resuelva en esta cuenca, relacionado a los modos de acceso y uso de uno de los recursos naturales más estratégicos para el desarrollo del país y la calidad de vida de su población: el agua.

4. LA DEFORESTACIÓN

Uno de los problemas ambientales más graves de la cuenca es la masiva deforestación a la cual fue sometida desde 1950. Como fuera señalado en los antecedentes, la expansión de los pastizales y otras actividades productivas más la colonización agrícola, espontánea u organizada por el Estado, dieron por resultado una enorme tala que prácticamente dejó sin bosques la cuenca. A mediados de los años 60 la parte alta de la cuenca y el piedemonte sancarleño ya estaban deforestados. Para mediados de los años 80, casi todo el cantón de San Carlos estaba deforestado, y solamente habían extensiones boscosas de alguna consideración en dos lugares: al norte, cerca de la frontera con Nicaragua, y al sur, en lo que hoy es el Parque Nacional Juan Castro Blanco

(Molina, 1978 y 1996). La deforestación iniciada en San Carlos se extendió al resto de la región Huetar Norte, al punto de que aún hoy día esta región sigue generando la mayor cantidad de madera utilizada y consumida en Costa Rica.

Si bien no existen datos exactos para San Carlos, y en especial para la subregión abarcada por la cuenca, sí los hay para el conjunto de la región. Así, entre 1950 y 1996 se talaron unas 66.300 has; del año 1961 a 1977 la superficie talada fue de aproximadamente 230.000 has; entre 1977 y 1990 se destruyeron unas 226.440 has de bosques. El total deforestado en la región norte durante el periodo señalado (1950-1990) fue de 522.740 has (Molina, 1996). Mucha de esta madera se pudrió en los potreros. Otra fue desperdiciada por las malas prácticas de aserrado. Aunque no existen cálculos específicos para San Carlos, algunos autores estiman que entre el 65% y el 80% de la madera talada en Costa Rica entre 1950 y 1980 se desperdició (Rodríguez, 1999).

Las consecuencias de esta enorme deforestación producida en la cuenca del río San Carlos para sus habitantes son numerosas y graves, similares a las de aquellas regiones que también han sufrido procesos deforestadores temporal y espacialmente intensos:

- ◆ Desprotección del suelo.
- ◆ Exposición de los suelos a los efectos de la erosión eólica e hídrica.
- ◆ Disminución en el caudal de los ríos.
- ◆ Afectación del ciclo hidrológico, disminuyendo los mantos acuíferos.
- ◆ Contribución al cambio climático local, que provoca que los veranos sean más secos y duros, mientras se incrementa la frecuencia e impacto de las crecidas en la temporada de lluvias.
- ◆ Aumento de la sedimentación en los ríos.
- ◆ Colmataje en las represas hidroeléctricas.
- ◆ Aumento en la frecuencia y poder destructivo de las inundaciones y las riadas.
- ◆ Daños en la infraestructura (puentes, carreteras).
- ◆ Mayor exposición de las comunidades que habitan cerca de los ríos a los

impactos de las inundaciones, pues los bosques (o los árboles) funcionan como una especie de escudo protector natural contra las lllenas.

- ♦ Derivado de algunos de los puntos anteriores, se incrementan las pérdidas económicas, sociales y humanas.

5. EL DETERIORO DE LOS SUELOS

La erosión es el más grave de los problemas ambientales vinculados al uso productivo del suelo. La erosión puede ser definida como el proceso de desprendimiento y arrastre acelerado de las partículas del suelo causado por el agua y el viento o también como el conjunto de procesos y sus consecuencias que influyen en el desprendimiento de los macizos de suelo y rocas por medio de los agentes geológicos, climáticos y antrópicos (Matarrita, 1996). Pueden detectarse tres fases en el proceso erosivo:

Desprendimiento es la separación de los componentes del suelo a causa del impacto de las gotas de lluvia, las cuales desprenden partículas del suelo.

Transporte: se produce cuando la cantidad de agua sobrepasa la capacidad de infiltración del suelo, provocando el arrastre de partículas.

Sedimentación: se provoca cuando el escurrimiento alcanza velocidades bajas y entonces las partículas del suelo se sedimentan.

Entre los factores que intervienen para ocasionar la erosión pueden mencionarse los siguientes:

- ♦ el volumen y la velocidad de la escorrentía, la cual puede definirse como *"las aguas que fluyen sobre los terrenos una vez que éstos han sido saturados en su capacidad de infiltración"* (Matarrita, 1996, p. 7).
- ♦ Intensidad, duración y frecuencia de los aguaceros.
- ♦ Fuerza y frecuencia del viento.
- ♦ Tamaño y la forma de las cuencas. Sobre este aspecto, la cuenca del río San Carlos presenta condiciones para una erosión intensa, dada la gran deforestación, la considerable precipitación lluviosa y lo irregular y

quebradizo de los terrenos.

- ♦ Características y propiedades físicas y químicas del suelo (porosidad, humedad).
- ♦ Naturaleza y cantidad de la vegetación que crece en el suelo, pues aquélla reduce el poder erosivo de la lluvia al interceptar con su follaje y al reducir la velocidad del agua de escorrentía por la trama de raíces. Una buena cobertura boscosa puede reducir la erosión hasta un 85% (Matarrita, 1996).
- ♦ Características de las pendientes y áreas del terreno. Generalmente, la erosión aumenta conforme aumentan las pendientes. Se considera que las pendientes aptas para la agricultura son las menores a 15 grados. Las pendientes de entre 15 y 30 grados pueden utilizarse pero con estrictas medidas de conservación de suelos. Pendientes más arriba de los 50 grados deben dedicarse básicamente a actividades de conservación.

Algunos autores estiman que alrededor del 60% del territorio costarricense tiene problemas de erosión. Otros datos indican que ese porcentaje es del 42%, mientras que otros lo acercan al 50%. El 17% de los suelos costarricenses padece de erosión severa. El caso es que la erosión es un problema ambiental de serias repercusiones económicas y sociales. Algunos calculan que la erosión anual en Costa Rica asciende a 725 millones de toneladas, proviniendo el 84% de las áreas de pastos (Rodríguez, 1999). El suelo sufre una erosión natural que su capacidad de resiliencia (asimilación) puede recuperar. Esta pérdida natural del suelo oscila entre 9-11 toneladas/ha/año. Estos datos pueden variar dependiendo del tipo del suelo y de las prácticas antrópicas a que haya sido sometido.

Es evidente que las regiones muy lluviosas tienen mayores posibilidades de registrar altas tasas de erosión en sus suelos, sobre todo, como se indicó más arriba, si los suelos carecen de cobertura boscosa a causa de la deforestación. Los suelos que más padecen los procesos erosivos son aquellos con alto grado de pendiente y que al mismo tiempo carecen de cobertura forestal o vegetal. Todas estas condiciones existen en la cuenca del río San Carlos. *"Científicamente se ha demostrado que en regiones en donde las lluvias registran más de 2.000*

milímetros al año, como ocurre frecuentemente en la totalidad del territorio de la Región Huetar Norte, y existen terrenos con pendientes mínimas de 7% desprovistas de toda cobertura vegetal, la pérdida de tierra por erosión alcanza en un plazo de tres años nada menos que el equivalente a 45 toneladas. En la región Huetar Norte un gran porcentaje del territorio tiene pendientes por encima del 7%" (Molina, 1996, p. 53).

Los suelos predominantes en la cuenca del río San Carlos son *inceptisoles muy húmedos* y excesivamente húmedos en la parte alta de la cuenca (que al mismo tiempo es la sección más montañosa); *inceptisoles húmedos* en la parte media y *ultisoles húmedos* en la parte baja (Arias y Rodríguez, 1996). La mayoría de los suelos de la región norte costarricense (incluyendo los de la cuenca del San Carlos) *carecen de niveles de fertilidad favorable*, deficiencia más acusada en los suelos ultisoles e inceptisoles (MAG, 2000), razón por la cual *necesitan de prácticas agrícolas conservacionistas y de un esmerado manejo*, sobre todo en lo referente a la aplicación de fertilizantes; sin estas prácticas y cuidados *estos suelos no darán resultados económicamente favorables* (MAG, 2000).

Aunque faltan trabajos más amplios y sistemáticos para llegar a una evaluación más rigurosa de los procesos erosivos en la cuenca del río San Carlos, al menos se pueden tomar como punto de partida las investigaciones realizadas por docentes y estudiantes de la Escuela de Agronomía del ITCR (Rodríguez, 1996). Esas investigaciones han sido hechas en diversos lugares de la cuenca (Santa Clara, Florencia, Pital, Santa Rosa de Pocosol) y, en términos generales, confirman la teoría, pues las mayores tasas de erosión se encontraron en los suelos desnudos con alto grado de pendiente (Matarrita, 1996, Rodríguez, 1996). Además, la erosión fue mayor en los suelos dedicados a cultivos permanentes o que estaban sin ningún tipo de cobertura (forestal o vegetal) y menor en los suelos cubiertos de bosques o pastos. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que los suelos con pastizales son más susceptibles a la erosión por sobrepastoreo (Bifani, 1997; FAO, 1995). Como es bien conocido, la ganadería es la que ocupa la mayor parte de los suelos productivos tanto en San Carlos como en el resto de la región Huetar Norte. En los momentos de mayor auge de la ganadería, más del 50% de

los suelos en uso en Costa Rica estuvieron dedicados a repastos (Rodríguez, 1999). La erosión tiende a agravarse cuando no existen buenas prácticas de protección, conservación y recuperación de suelos y cuando el uso de los suelos no es el óptimo (por ejemplo, cuando terrenos con vocación forestal son empleados para la agricultura o transformados en repastos, fenómenos ambos muy frecuente en la cuenca).

6. EFECTOS DEL MAL USO DEL SUELO

Aunque se carecen de datos específicos para la cuenca del San Carlos, cabe suponer que en esta zona geográfica existe una mala utilización del suelo, acorde con fuentes existentes para la región Huetar Norte y para el país (Sánchez, 1989; Estado de la Nación, 1994). Los estudios muestran que suelos con vocación agrícola y, sobre todo, forestal, han sido dedicados a pastos. Para el caso de San Carlos, en 1984 el 67% de la tierra productiva estaba dedicada a repastos (Proyecto Estado de la Nación, 1997; Sánchez, 1989). Los estudios de suelos más recientes indican que buena parte de las tierras del norte costarricense (incluyendo las de la cuenca del río San Carlos) tienen una vocación especialmente forestal (MAG, 2000).

El mal uso del suelo es negativo por múltiples razones. En primer lugar, el recurso se agota más rápidamente. En segundo lugar, la productividad no es elevada, con tendencia a disminuir. En tercer lugar, consecuencia de las anteriores, la competitividad de las empresas se ve afectada, aspecto crítico por la feroz competencia característica de una economía globalizada. En cuarto lugar, la poca duración productiva de las tierras puede empujar a las empresas a buscar nuevas tierras que posiblemente tampoco tengan la aptitud deseada, con lo cual se puede entrar en un círculo vicioso de negativas consecuencias ambientales, económicas y sociales. De aquí que el ordenamiento y uso territorial de la cuenca del río San Carlos sea una necesidad inaplazable para los sectores pecuario, agrícola y forestal.

No obstante lo anterior, debe decirse que desde fines de la década de los ochenta y durante lo 90 muchas tierras dedicadas a pastizales cambiaron de actividad (caña de azúcar, arroz, raíces y tubérculos, musáceas, plantas ornamentales, cítricos) o, al decaer la ganadería extensiva de carne, fueron recuperando su cobertura boscosa (Proyecto Estado de la Nación, 1998). Esta reconversión en el uso del suelo ha sido especialmente intensa en la cuenca del río San Carlos. Se recomienda que cada productor haga un estudio minucioso sobre las características de los suelos en sus fincas, para que las actividades productivas se adapten a la capacidad de uso potencial del suelo.

7. EL TRATAMIENTO DE LA BASURA

Al igual que sucede en buena parte de Costa Rica, uno de los principales problemas sociales (de salud) y ambientales existentes en la cuenca es el deficiente - por no decir pésimo - tratamiento de los desechos domésticos, industriales, agropecuarios y hospitalarios. Algo se ha adelantado sobre el particular en líneas anteriores. En esta sección solo se harán algunas breves consideraciones sobre la basura doméstica y hospitalaria.

En los últimos años la Municipalidad de San Carlos ha tenido y manejado botaderos de basura en distintos lugares (La Abundancia de Ciudad Quesada, Santa Clara y, el actual, San Luis de Florencia, a unos 10 kilómetros de Ciudad Quesada). Al ser la cuenca del río San Carlos asiento de la mayor parte de la población sancarleña - constituyendo al mismo tiempo la mayor densidad demográfica de la región Huetar Norte - resulta clara que el adecuado tratamiento de la basura se vuelve una necesidad imperiosa. Sin embargo, el problema ha sido abordado hasta el momento de manera muy insatisfactoria. Al no existir un modelo integral para el tratamiento de la basura, se carece de los hábitos (cultura) para que las familias separen la basura según las características de los desechos. En los lugares donde existen botaderos municipales - o donde simplemente se tira la basura - abundan objetivos de plástico, vidrio o metal que tardan hasta siglos en descomponerse (Bifani, 1997). Los fluidos contaminados derivados de los

desechos pueden alcanzar los mantos acuíferos o llegar hasta los ríos, por lo cual se pueden convertir en otro foco de contaminación de las aguas de la cuenca.

Una nota positiva para enfrentar el problema de la basura en San Carlos es un proyecto impulsado por el MINAE, con la ayuda de otras organizaciones, que pretende reciclar los desechos de vidrio y plástico. Esta iniciativa debe ampliarse para que también abarque otros tipos de desechos (metales y orgánicos). La Municipalidad junto a otras instituciones y organizaciones debe apoyar e integrarse en este tipo de iniciativas que sí constituyen una respuesta más satisfactoria al grave problema de la basura. Al existir un modelo para tratar la basura, se vuelve ahora imperativo organizar campañas educativas para acostumbrar a las familias y al personal de empresas e instituciones a clasificar la basura (orgánica, plásticos, vidrios, metales). Así como los tres últimos tipos de basura mencionados deben reciclarse, los desechos orgánicos pueden ser utilizados, entre otros usos posibles, como abono orgánico, lo cual obliga a integrar en la solución del problema a los productores y empresas agropecuarias. El reciclaje no sólo ayuda a enfrentar un serio problema ambiental y de salud pública, sino que también tiene beneficios económicos, por lo menos para los productores agropecuarios, al bajar los costos de producción. Pero el reciclaje exige una excelente coordinación, administración y gestión entre las empresas, organizaciones e instituciones involucradas, así como la educación y activo protagonismo de la ciudadanía.

BIBLIOGRAFÍA

- Achío, Mayra y Escalante, Ana Cecilia: *Azúcar y Política en Costa Rica*. San José, Editorial Costa Rica, 1985.
- Achong, Andrés: *Desarrollo de las exportaciones agrícolas no tradicionales de América Latina y su efectos netos sobre la economía del Istmo*. En: Masís, German y Sancho, Francisco (Editores): *La agricultura de exportación en Centroamérica: opciones de desarrollo en la década de los 90*. Heredia, Universidad Nacional, 1994, pp. 235-270.
- Acuña, Víctor Hugo y Molina Jiménez, Iván: *Historia Económica y Social de Costa Rica (1750-1950)*. San José, Editorial Porvenir, 1991.

- Altemburg, T; Hein, W; Weller, J: *EL DESAFÍO ECONÓMICO DE COSTA RICA. Desarrollo agroindustrial autocentrado como alternativa* San José, Editorial DEI, 1990.
- Alvarenga Venutolo, Patricia: *Los productores en la Costa Rica precafetalera (1750-1840)*. San José, EUNED (Colección Nuestra Historia No 8), 1992.
- Ander-Egg, Ezequiel: *El desafío ecológico*. San José, EUNED, 1985.
- Bifani, Paolo: *Medio Ambiente y Desarrollo* (segunda edición). Guadalajara, Universidad de Guadalajara, 1997.
- Boff, Leonardo(1996): *Las tendencias de la Ecología*. Revista PASOS (Costa Rica): 68,1-9.
- Brignol-Mendes, Raúl: *El marco externo y el desarrollo de la agricultura en Latinoamérica: algunos elementos para discusión*. En: Masís, German y Sancho, Francisco (Editores): *La agricultura de exportación en Centroamérica: opciones de desarrollo en la década de los 90*. Heredia, Universidad Nacional, 1994, pp. 17-86.
- Cabrera Padilla, Roberto: *SANTA CRUZ, GUANACASTE una aproximación a la historia y la cultura populares*. San José, Ediciones Guayacán, 1989.
- Chiriboga, Manuel (1997): *Desafíos de la pequeña agricultura familiar frente a la Globalización*. Revista PRESPECTIVAS 1(1): 9-24.
- De Camino, Ronnie y Müller, Sabine: *Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales* (primera reimpression). San José, IICA-GTZ, 1995.
- Fallas, Helio: *Centroamérica: Pobreza y Desarrollo Rural ante la liberalización económica*. San José, IICA-UNA, 1993.
- Fallas, Helio: *El Programa de Ajuste Estructural y la Agricultura en Costa Rica*. En: Reuben Soto, William (Compilador): *LOS CAMPESINOS FRENTE A LA NUEVA DÉCADA. Ajuste estructural y pequeña producción agropecuaria en Costa Rica*. San José, Editorial Porvenir-CECADE, 1990, pp. 15-46.
- FAO: *Agricultura mundial hacia el año 2010*. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa, 1995.
- Fernández, Mario: *Evolución de la estructura de la tenencia de la tierra en Costa Rica: café, caña de azúcar y ganadería (1950-1978)*. San José, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Costa Rica, 1983.
- Fernández, Mario: *La integración de la agricultura en la región centroamericana en el marco de los procesos de apertura comercial*. En: Masís, Germán y Sancho, Francisco ((Editores): *LA AGRICULTURA DE EXPORTACIÓN EN CENTROAMÉRICA opciones de desarrollo en la década de los 90*. Heredia, Universidad Nacional, 1994, pp. 89-152.
- Fernández, Mario: *La reconfiguración d e la integración económica en América Central y la agricultura costarricense. Perspectivas y estrategias para los diferentes subsectores*. En: Nuhn, Helmut y Stamm, Andreas (Editores): *APERTURA COMERCIAL EN CENTROAMÉRICA: nuevos retos*

- para la agricultura*. San José, Editorial DEI-Fundación Friedrich Ebert, 1996, pp. 245-272.
- Fonseca, Elizabeth: *COSTA RICA COLONIAL: la tierra y el hombre* (tercera edición). San José, EDUCA, 1986.
 - Fonseca Zamora, Oscar: *HISTORIA ANTIGUA DE COSTA RICA: surgimiento y caracterización de la primera civilización costarricense*. San José, Editorial Universidad de Costa Rica (Colección Historia de Costa Rica), 1992.
 - Gallardo, Helio (1993): *Elementos para una discusión sobre la izquierda política en América Latina*. Revista PASOS (Costa Rica): 50, 22-37.
 - Gallardo, Helio: *Globalización, Lucha Social, Derechos Humanos*. San José, SINDEU-Ediciones Perro Azul, 1999.
 - González García, Yamileth: *Continuidad y cambio en la historia agraria de Costa Rica*. San José, Editorial Costa Rica, 1985.
 - Gudmundson, Lowell: *Costa Rica antes del café*. San José, Editorial Costa Rica, 1993.
 - Gudmundson, Lowell: *Hacendados, políticos y precaristas: la ganadería y el latifundismo guanacasteco 1800-1950*. San José, Editorial Costa Rica, 1983.
 - Guerrero, Juan Vicente: *ARQUEOLOGÍA DE LA REGIÓN HUETAR NORTE*. Ponencia presentada al Segundo Congreso Nacional de Folclore y Cultura Popular, Santa Clara de San Carlos, 27-30 de julio de 1994a.
 - Guerrero, V; Solís, F; Vázquez, R (1994 b): *El periodo Bagaces (300-800 D.C.) en la cronología arqueológica del noroeste de Costa Rica*. Revista VINCULOS (Costa Rica): 18 /19 (1-2), 91-109.
 - Hall, Carolyn: *El café y el desarrollo histórico-geográfico de Costa Rica*. San José, Editorial Costa Rica-Universidad Nacional, 1978.
 - Hammond, Allen (1997): *Las cuentas claras*. Revista Tierra América (Méjico): SN, SV: 8.
 - Hedström, Ingemar: *SOMOS PARTE DE UN GRAN EQUILIBRIO. La crisis ecológica en Centroamérica* (cuarta edición). San José, Editorial DEI, 1993.
 - Hedström, Ingemar: *¿VOLVERÁN LAS GOLONDRINAS? La reintegración de la creación desde una perspectiva latinoamericana* (segunda edición). San José, Editorial DEI, 1990.
 - Hilje Quirós, Brunilda: *La colonización agrícola de Costa Rica (1840-1940)*. San José, EUNED (colección NUESTRA HISTORIA No 10), 1991.
 - Hinkelammert, Franz: *Cultura de la Esperanza y Sociedad sin Excusión*. San José, Editorial DEI, 1995.
 - Hinkelammert, Franz: *El grito del sujeto*. San José, Editorial DEI, 1998.
 - Hinkelammert, Franz: *EL MAPA DEL EMPERADOR. Determinismo, Caos, Sujeto*. San José, Editorial DEI, 1996.
 - Hinkelammert, Franz: *Las armas ideológicas de la muerte* (segunda edición). San José, Editorial DEI, 1981.

- Hoopes, John (1994): *Arqueología del Guanacaste oriental*. Revista VÍNCULOS (Costa Rica): 18 /19 (1-2), 69-90.
- Ibarra Rojas, Eugenia: *Las sociedades cacicales de Costa Rica (siglo XVI)*. San José, Editorial de la Universidad de Costa Rica (Colección Historia de Costa Rica), 1990.
- Ibarra, Rojas, Eugenia: *La organización clánica en el Valle Central y Talamanca en el momento de la Conquista (siglos XVI y XVII)*. En: Sibaja, Luis Fernando y otros: *COSTA RICA COLONIAL*. San José, Ediciones Guayacán, pp. 13-37.
- INEC. IX Censo Nacional de Población y V de Vivienda. *Resultados Generales*. San José, INEC, 2001.
- Jordan, Fausto (Compilador): *La economía campesina: crisis, reactivación y desarrollo*. San José, IICA, 1989.
- Kaimowitz, David: *El ajuste se hizo y estamos en lo mismo: ahora qué hacemos*. En Masís, Germán y Sancho, Francisco (Editores): *LA AGRICULTURA DE EXPORTACIÓN EN CENTROAMÉRICA: opciones de desarrollo en la década de los 90*. Heredia, Universidad Nacional, 19994, pp. 193-203.
- La República, 8 de mayo de 1998, p. 8.
- Masís, Germán, y Rodríguez, Carlos: *La inserción del campesinado en un proceso de modernización no incluyente*. En: Masís, Germán y Rodríguez, Carlos (Compiladores): *La agricultura campesina en Costa Rica: alternativas y desafíos en la transformación productiva del agro*. San José, Instituto para el Desarrollo y la Acción Social (IDEAS), 1994, pp. 15-71.
- Matarrita Arroyo, Iván: *Determinación de la pérdida de suelo en tres pendientes en un área de cultivo de plantas ornamentales en Cuestillas de Florencia, San Carlos*. Tesis. Santa Clara, Departamento de Agronomía, ITCR, 1996.
- Meléndez, Carlos: *Costa Rica: Tierra y Poblamiento en la Colonia*. San José, Editorial Costa Rica, 1978.
- Meléndez, Carlos: *Historia de Costa Rica* (cuarta reimpresión de la segunda edición). San José, EUNED, 1990.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG): *Estudio de Suelos y Capacidad de uso de las Tierras para la Zonificación Agropecuaria de las Regiones Huetar Norte, Atlántica y Brunca. Informe Final Región Huetar Norte*. San José, MAG, 2000.
- Molina, Iván: *COSTA RICA (1800-1850): El legado colonial y la génesis del capitalismo*. San José, Editorial Universidad de Costa Rica (Colección Historia de Costa Rica), 1991.
- Molina, Iván: *La alborada del capitalismo agrario en Costa Rica*. San José, Editorial de la Universidad de Costa Rica, 1988.
- Molina, Jorge Rolando: *El proceso histórico-geográfico de la colonización agrícola en San Carlos, Costa Rica, 1850-1977*. Tesis. Escuela de Historia, Universidad de Costa Rica, San José, 1978.

- Molina, Jorge Rolando: *SAN CARLOS: El marco político-administrativo, geográfico e histórico de la región Huetar Norte*. Ciudad Quesada, COOCIQUE R. L., 1996.
- Mora, J; Chaves, Adolfo; Rodríguez, F; Solís, Eyda (2001): *Contaminación actual de la cuenca del río San Carlos con coliformes fecales y totales* (artículo inédito a ser publicado próximamente en la revista **TECNOLOGÍA en marcha**).
- Mora Alfaro, Jorge: *Los campesinos y la exportación de productos agropecuarios*. En: Reuben, William (Compilador): *LOS CAMPESINOS FRENTE A LA NUEVA DÉCADA. Ajuste estructural y pequeña producción agropecuaria en Costa Rica*. San José, Editorial Porvenir-CECADE, 1990, pp. 181-209.
- Mora Alfaro, Jorge: *Movilizaciones campesinas y modelos de desarrollo en Costa Rica*. En: Román, Isabel (Compiladora): *Organización campesina y modelos de gestión productiva en Costa Rica*. Heredia, Mesa Nacional Campesina/HIVOS/UNA/EFUNA, 1997, pp. 20-38.
- Mora Alfaro, Jorge: *Movimientos campesinos en Costa Rica*. San José, FLACSO (Cuadernos de Ciencias Sociales No 53), 1992.
- Pérez, Laura (1997): *Apertura económica: ¿ventajas o desventajas para la pequeña producción agropecuaria?* Revista PERSPECTIVAS RURALES (Costa Rica): 1(1), 25-42.
- Obregón, Clotilde: *CARRILLO: una época y un hombre*. San José, Editorial Costa Rica, 1990.
- Pérez Brignoli, Héctor y Samper, Mario (Compiladores): *TIERRA, CAFÉ Y SOCIEDAD*. San José, FLACSO, 1994.
- Proyecto Estado de la Nación: *Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible (informes 1995-1996-1997, 1998, 1999)*. San José, Proyecto Estado de la Nación.
- Quesada, Fenelón: *Monografía de San Carlos*. Alajuela, Talleres Tipográficos FALCO, 1958.
- Quesada Monge, Rodrigo: *Costa Rica y el mercado mundial*. San José, EUNED (Colección Nuestra Historia No 12), 1991.
- Quirós, Claudia: *La era de la encomienda*. San José, Editorial Universidad de Costa Rica, 1990.
- Repetto, Robert (1992): *Los activos ambientales en las cuentas nacionales*. Revista Investigación y Ciencia (Méjico): SN, SV: 6-12.
- Reuben Soto, William: *El potencial dela economía campesina en la reactivación económica y el desarrollo de Costa Rica*. En: Reuben, William (Compilador): *LOS CAMPESINOS FRENTE A LA NUEVA DÉCADA. Ajuste estructural y pequeña producción agropecuaria en Costa Rica*. San José, Editorial Porvenir-CECADE, 1990, pp. 213-241.
- Rodríguez, Carlos: *Tierra de Labriegos*. San José, FLACSO, 1993.
- Rodríguez, Francisco: *Región, Identidad y Cultura*. San José, Ediciones Perro Azul, 2001.
- Rodríguez, Francisco: *COSMOVISIÓN, SOCIEDAD Y NATURALEZA*. Santa Clara, ITCR, Escuela de Ciencia y Letras, 1999.

- Rodríguez, Francisco: *Las festividades religioso/populares de Ciudad Quesada y distrito Quesada* (cuatro tomos). Santa Clara, ITCR, 1991-1995.
- Rodríguez, Norman: *Determinación de la erosión hídrica y la pérdida de nutrimentos utilizando lotes de escorrentía en la Región Huetar Norte de Costa Rica*. Santa Clara, Escuela de Agronomía, ITCR, 1996.
- Román, Isabel y Rojas, Manuel: *Agricultura de exportación y pequeños productores en Costa Rica*. San José, FLACSO (Cuadernos de Ciencias Sociales No 61), 1993.
- Román, Isabel y Rivera, Rolando: *Ajuste estructural y alternativas productivas para los pequeños productores*. En: Reuben, William (Compilador): *LOS CAMPESINOS FRENTE A LA NUEVA DÉCADA: ajuste estructural y pequeña producción agropecuaria en Costa Rica*. San José, Editorial Porvenir-CECADE, 1990, pp. 141-180.
- Román, Isabel: *¿CONCILIACIÓN O CONFLICTO? Luchas campesinas y democracia en Costa Rica*. San José, Editorial Porvenir, 1994.
- Román, Isabel (1997): *Tendencias de cambio social en el proceso de modernización agrícola costarricense (1980-1996)*. En: Revista PERSPECTIVAS RURALES (Costa Rica): 1 (1), 72-84.
- Roy, Arundhati: *50 millones de indios, víctimas de las presas*. El País (España), 1 de agosto de 1999, pp. 22-23.
- Samper, Mario: *Crisis e Historia*. En: Samper, Mario (Compilador): *Crisis y perspectivas del café latinoamericano*. San José, UNA/ICAFE, 1994, pp. 11-26.
- Samper, Mario: *El trabajo en la sociedad rural costarricense (1840-1940)*. San José, EUNED (Colección Nuestra Historia No 11), 1991.
- Sánchez Hidalgo, Antonio: *Datos básicos región Huetar Norte*. Ciudad Quesada, MIDEPLAN, octubre 1989.
- Sequeira Ruiz, Wilder Gerardo: *LA HACIENDA GANADERA EN GUANACASTE: aspectos económicos y sociales (1850-1900)*. San José, EUNED, 1985.
- Skutch, Alexander: *El ascenso de la vida*. San José, Editorial Costa Rica, 1991.
- Stamm, Andreas: *¿Una nueva dinámica para las zonas rurales? Relaciones internacionales y efectos territoriales del cambio en el modelo de desarrollo de Costa Rica*. En: Nuhn, Helmut y Stamm, Andreas (Editores): *APERTURA COMERCIAL EN CENTROAMÉRICA: nuevos retos para la agricultura*. San José, Editorial DEI-Fundación Friedrich Ebert, 1996, pp. 23-47.
- Stone, Samuel: *La dinastía de los conquistadores* (segunda edición). San José, EDUCA, 1976.
- Trivelato, Maria Dalva: *La Tigra: de cultivos variados a plantas ornamentales. Un pequeño estudio junto a la comunidad para evaluar algunos efectos de las actividades de agroexportación*. En: Nuhn, Helmut, Stamm, Andreas (Editores): *APERTURA COMERCIAL EN CENTROAMÉRICA: Nuevos retos para la agricultura*. San José, Editorial DEI-Fundación Friedrich Ebert, 1996, pp. 123-145.

- Troyo Vargas, Elena (1990): *San Carlos dentro del marco arqueológico costarricense*. Revista AKBAL (Costa Rica): 1, 6-7.
- Vargas Aragonés, Alfonso: *Sinopsis histórica del cantón de San Carlos*. Ciudad Quesada, Municipalidad de San Carlos-Grupo Cultural "TRAPICHE", 1986.
- Vega Carballo, José Luis: *Hacia una interpretación del desarrollo costarricense: ensayo sociológico* (quinta edición). San José, Editorial Porvenir, 1986.

CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS EN LA CUENCA DEL RÍO SAN CARLOS (1994-1998)

**Francisco Rodríguez Barrientos
Adolfo Chaves Campos**

JUSTIFICACIÓN

El estudio de los problemas ambientales, y dentro de ellos el de las cuencas hidrográficas, requiere de un trabajo interdisciplinario. A las dimensiones bioquímicas, es necesario agregar la economía, la política y las visiones del mundo (cultura). En efecto: en los temas ambientales entran en juego la biología y la sociología, la química y la economía, la ecología y la matemática estadística, la política y lo jurídico, la física y la antropología, entre otras disciplinas.

Conscientes de la importancia de los temas ambientales y de la multidisciplinariedad indispensable para abordarla, la Escuela de Ciencias de la Sede Regional San Carlos del ITCR ha considerado a esta problemática prioritaria para sus proyectos académicos (docencia, investigación y extensión). Además, la Sede está ubicada en una región que posee una de las cuencas más importantes del país: la del río San Carlos, que concentra la mayor parte de la población y de las actividades productivas de la región norte de Costa Rica (Estado de la Nación, 1997). A esto obedece el que las investigaciones se concentren en la cuenca con fines de diagnóstico, para posteriormente definir los planes de manejo apropiados. Por eso, la investigación es fundamental para determinar las fuentes de contaminación y para establecer planes de manejo científicamente fundamentados.

Desde 1994 la Escuela implementa un Programa de Investigación interdisciplinario que cubría inicialmente las áreas química, biológica y socioeconómica, integrando posteriormente la estadística y la matemática. El presente artículo da cuenta de algunos resultados obtenidos en los estudios socioeconómicos realizados entre 1994 y 1998 en varias comunidades de la

cuenca del río San Carlos. Otros resultados serán ofrecidos en publicaciones posteriores.

OBJETIVOS

Esta investigación se planteó los siguientes objetivos:

1. Hacer una caracterización socioeconómica de las comunidades asentadas en distintos lugares de la cuenca del río San Carlos.
2. Comparar los resultados de algunas de las variables más importantes con los datos existentes a nivel nacional.

BREVE RESEÑA HISTÓRICA

La ocupación del territorio sancarleño es tardía y habrá que esperar hasta fines del siglo XIX para que la colonización se haga de manera más constante y sistemática. Hasta 1940, el cantón tenía pocos vínculos económicos con el resto del país. Hasta entonces, en San Carlos predominaba una economía de subsistencia, siendo comercializados los pocos excedentes fuera del cantón, especialmente los provenientes de la ganadería. Sin embargo, a partir de la década de los 1950 las cosas cambiarán de manera radical. La apertura del mercado norteamericano a la carne costarricense va a tener consecuencias insospechadas (Edelman, 1998). Miles de hectáreas de bosque son taladas en las zonas bajas del país para dar paso a pastizales. San Carlos será uno de los lugares donde este proceso adquirirá formas más acabadas (Molina, 1978, 1996). Por las características extensivas que adquiere la ganadería de carne se inicia un acelerado proceso de concentración de tierras (Molina, 1978). Desde el mismo piedemonte se inicia la tala, siguiendo posteriormente rumbo norte, este y oeste. En los años setenta la extensión de los repastos alcanza a los vecinos cantones de Los Chiles, Guatuso y Upala y Sarapiquí.

La concentración de la tierra y la deforestación de los bosques no son las únicas consecuencias provocadas en San Carlos por la acelerada expansión de la

ganadería después de 1950 (Fernández, 1983). Además cabe mencionar el mal uso de las tierras, la pérdida de suelos por erosión o sobrepastoreo, la *descampenización* del agro sancarleño, la poca absorción de mano de obra propia de esta actividad así como los bajos salarios imperantes en ella, los obstáculos a un uso más eficiente y diversificado del suelo, etc. (Molina, 1996; Estado de la Nación, 1997; Sánchez Hidalgo, 1989). En segundo lugar, a partir de los años sesenta toma gran impulso la producción lechera. No pasarán muchos años antes de que el cantón se transforme en el principal productor de leche. En tercer lugar, también después de 1960, tanto en San Carlos como en otros lugares del país (Guanacaste, Puntarenas, Grecia y Turrialba) se inicia un vigoroso despegue de la producción azucarera. La apertura del mercado estadounidense brindará un incentivo espectacular a la actividad (Achío y Escalante, 1985). Los ingenios ubicados en San Carlos son Quebrada Azul (Florencia), Santa Fe (Ciudad Quesada) y Arenal (Boca de Arenal, Cutris). En el desarrollo de la caña de azúcar también influyen otras razones, especialmente las demandas de la industria alimenticia asentada en el Valle Central (Fernández, 1983; Vega Carballo, 1986). La carne y el azúcar serán, entonces, los principales productos con los cuales San Carlos se incorpora de manera mediatizada y dependiente al mercado mundial, pero también al mercado nacional con otros productos agropecuarios, dentro de los cuales destaca la leche (Fernández, 1983).

La expansión económica provoca al mismo tiempo fuertes procesos de inmigración: desde 1950 y hasta fines de la década del sesenta, San Carlos será uno de los principales destinos de la migración interna costarricense (Molina, 1978). La nutrida inmigración y la expansión de productos para el mercado externo será acompañada por la presencia estatal, mientras en los sitios más remotos de la frontera agrícola la presencia del Estado será marginal y, con frecuencia, inexistente, por lo cual no se contará con los servicios básicos (electricidad, acueductos) ni sociales (educación, salud, vivienda, recolección de basura, etc.) o los vinculados a la producción (crédito y asistencia técnica). Como la producción realizada en estos lugares está poco integrada al resto de la economía del país, el Estado costarricense no se preocupa por tener una activa presencia en ellos.

concentrando sus actividades y programas en las zonas urbanas o en las áreas rurales ligadas más estrechamente a los mercados nacionales e internacionales. Este último es el caso de la franja sur de San Carlos, ubicada íntegramente en la cuenca del río del mismo nombre, que desde el mismo inicio de su historia ha establecido lazos más estrechos con el Valle Central. Mientras tanto, el estado de la franja norte del cantón - así como de los restantes cantones de la Región Huetar Norte - es la opuesta, y sus indicadores económicos y sociales son inferiores a la franja sur.

Desde mediados de los años 1980 la región sentirá los efectos de las políticas de Ajuste Estructural. La franja sur de San Carlos tendrá un notable éxito en la llamada "*reconversión productiva*" (Román y Rojas, 1993; Stamm, 1996), es decir, el impulso a productos no tradicionales de exportación como plantas ornamentales, cítricos, raíces y tubérculos. Empero, la ganadería y la caña de azúcar seguirán siendo importantes para la economía regional. Una de las consecuencias de la "*nueva agricultura de exportación*" ha sido la de incrementar el uso de plaguicidas (Astorga y otros, 2000; Estado de la Nación, 1997; Trivelato, 1996). La nueva política económica también impactará negativamente en los pequeños productores de granos básicos (maíz, frijoles), quienes deberán abandonar su actividad. Sin embargo, también quienes se dedican a los productos no tradicionales deberán sufrir cíclicas crisis cuando se deprimen los precios en el mercado internacional, viéndose afectados sobre todos los pequeños y medianos productores (Mora, 1990; Fallas, 1990; Reuben, 1990). Una de las características del nuevo modelo exportador ha sido el predominio de unas pocas empresas en la comercialización de la producción de la cuenca. Esta relación oligopsónica ha sido muy perjudicial para los productores regionales (Estado de la Nación, 1996, 1997; Reuben, 1990). Pero estas políticas tampoco consideran la seguridad alimentaria del país (Chiriboga, 1997; Estado de la Nación, 1996 y 1997; Mora, 1990; Reuben, 1990; Román y Rojas, 1993).

Este modelo ha sido incapaz hasta el momento de originar una estrategia sostenida de crecimiento durante un periodo prolongado de tiempo. De hecho, ya muestra claras señales de debilitamiento (Estado de la Nación, 1997, 1998, 1999),

además de que la creación de empleo ligada a las nuevas actividades productivas es baja y los empleos están favoreciendo a los inmigrantes nicaragüenses (legales o ilegales) y no tanto a los habitantes de la región, lo cual puede incidir en mayores tasas de empleo, subempleo y pobreza (Estado de la Nación, 1998).

Este periodo, igualmente, va a ser testigo del surgimiento de actividades que tendrán gran importancia económica: el turismo y la generación de energía hidroeléctrica (Estado de la Nación, 1997). San Carlos posee condiciones que lo hacen atractivo para el turismo agroecológico. Los distritos de La Fortuna y La Tigra han tenido mucho éxito en la recepción turística. Por su parte, la proliferación de proyectos hidroeléctricos en la cuenca del río San Carlos está siendo cuestionada por causar impactos en los sistemas acuáticos y porque perjudican actividades como la ganadería, la agricultura, la piscicultura y el turismo.

Este periodo ha agudizado una tendencia regional: la concentración de las actividades productivas en la franja sur de San Carlos, la cual, quizás no por casualidad, coincide con los límites de la cuenca del río San Carlos. Efectivamente, tanto las actividades no tradicionales así como el turismo, los proyectos hidroeléctricos y actividades tradicionales como la leche y el azúcar se ubican mayoritariamente en la franja sur de San Carlos (Rodríguez, 1996 y 2001). Los distritos del norte sancarleño como Pocosol y Cutris o la parte norte de Pital apenas sí se han visto afectadas por las actividades citadas. Al contrario, la decadencia de la ganadería les está ocasionando serios perjuicios, habría que sumar que ésta es la subregión con la mayor tasa de deforestación en San Carlos, cantón ya de por sí altamente deforestado (Molina, 1996). Súmese a ello la llegada de gran cantidad de inmigrantes procedentes de Nicaragua. Esta diferenciación, que reproduce regionalmente lo que acontece en el ámbito nacional entre la región central y las periféricas, es otro de los principales problemas de San Carlos.

METODOLOGÍA

MUESTRA

La muestra incluida en esta investigación abarcó un total de 1811 hogares de diversas comunidades ubicadas en la cuenca del río San Carlos. Considerando que, según cálculos de la Dirección General de Estadísticas y Censos, los hogares rurales costarricenses están compuestos por un promedio de 4.2 miembros y que todas las comunidades encuestadas eran rurales, con la excepción de algunos barrios de Ciudad Quesada, la muestra total del estudio comprende aproximadamente 7606 personas.

Las comunidades encuestadas fueron las siguientes:

- **San Gerardo y Colón de Ciudad Quesada.**
- **San José de la Montaña, Ciudad Quesada.**
- **Porvenir de Ciudad Quesada.**
- **Sucre de Ciudad Quesada.**
- **La Abundancia, Ciudad Quesada.**
- **L barrios San Martín y San Roque de Ciudad Quesada.**
- **Aguas Zarcas centro.**
- **Buenos Aires, La Unión y Marsella de Venecia.**
- **Venecia centro.**
- **Pital Centro.**
- **Altamirita de Aguas Zarcas.**
- **San Francisco de La Palmera.**
- **Muelle.**
- **Platanar y Quebrada Azul de Florencia.**
- **Florencia centro.**
- **Santa Clara y Cuestillas de Florencia.**
- **Coopezamora, Los Ángeles de San Ramón.**
- **Bajo Rodríguez, Los Ángeles de San Ramón.**
- **Valle Azul, Los Ángeles de San Ramón.**
- **Los Criques, Los Ángeles de San Ramón.**
- **Peñas Blancas, San Ramón.**
- **Chachagua, San Ramón.**
- **La Fortuna centro.**
- **El Tanque y San Jorge de La Fortuna.**
- **Los Ángeles y Tres Esquinas de La Fortuna.**
- **Monterrey centro.**
- **Santa Rosa de Pocosol centro.**

La información fue recogida entre junio de 1994 y octubre de 1998 por estudiantes de la Sede Regional San Carlos del ITCR que llevaban el curso Seminario de Estudios Costarricenses. Previa a la realización de la encuesta se hacían visitas de campo con el propósito de abarcar los distintos sectores que constituían las comunidades. De este modo se tomaban precauciones para dar mayor representatividad a la muestra.

TECNICAS UTILIZADAS

Para recoger la mayor parte de la información se elaboró un cuestionario que contaba sobre todo con preguntas de abanico (que ofrece diversidad de opciones de respuesta a las personas encuestadas) y dicotómicas. El cuestionario fue dividido en cuatro partes:

- **Socioeconómica**, que incluía, entre otras, variables como tenencia de seguro social, desocupación, nivel de escolaridad, nivel de pobreza, hacinamientos, disposición de servicios básicos (agua potable, electricidad, servicio sanitario); modos de tratamiento de la basura y de las aguas residuales y satisfacción de las necesidades alimenticias. *Este artículo presenta únicamente los resultados de esta parte de la investigación.*
- **Uso y tenencia de la tierra**, así como prácticas culturales realizadas. Se incluyeron en esta sección preguntas como actividades económicas finca, tamaño de la propiedad, modo de tenencia de la finca, uso de plaguicidas, uso de abono orgánico, lugar de limpiado del equipo atomizador, capacitación recibida sobre el uso del equipo, usos del río.
- **Educación y conciencia ambiental**. Para estos propósitos se hicieron preguntas sobre las quejas de los entrevistados a fincas o empresas contaminadoras, quejas ante la Municipalidad respectiva (San Carlos o San Ramón); grupos existentes en la comunidad, pronunciamiento de estos grupos contra la contaminación y el

deterioro ambientales, necesidad de existencia en las comunidades de grupos ambientalistas, así como la disposición de la población entrevistada de participar en ellos.

- **Enfermedades más frecuentes padecidas por el grupo familiar.** En esta sección se quiso conocer cuáles eran las enfermedades que más padecían los grupos familiares encuestados, así como su frecuencia.

La encuesta le era aplicada al jefe de familia o, en su ausencia, a su esposa. Si ninguno de los dos estaba, entonces la encuesta no se aplicaba. La codificación de los datos fue manual, labor realizada por los estudiantes bajo la estricta supervisión del profesor.

Durante la realización del trabajo de campo los estudiantes fueron instruidos para que observaran una serie de aspectos en las viviendas y en las comunidades que complementarían los datos a utilizarse en la investigación. Algunos de tales aspectos fueron los siguientes:

- Calidad de los servicios básicos disponibles en las viviendas.
- Calidad de los materiales y de la construcción de las viviendas.
- Deforestación en los márgenes de los ríos.
- Disposición y estado de servicios en la comunidad (carreteras, puentes, electricidad, etc.)
- Presencia estatal en la comunidad (escuelas, colegios, centros de salud, correos, acueductos, etc.)

Para obtener otra información que el estudio requería se consultaron estadísticas en las siguientes instituciones públicas y privadas:

- Dirección Regional de Educación.
- Oficina de Saneamiento Ambiental.
- Dirección Regional del Ministerio de Ambiente y Energía.

- Dirección Regional de Salud.
- Dirección Regional del Ministerio de Agricultura y Ganadería
- Consejo Nacional de la Producción.
- CODEFORSA.
- Cámara de Ganaderos de San Carlos.
- Cámara de Cañeros de San Carlos.
- Laboratorio de Semillas del ITCR, ubicada en su sede de Santa Clara
- Dirección Nacional de Estadística y Censos

Especial importancia tuvo las Encuestas de Hogares de Propósitos Múltiples, de donde se tomó la metodología para construir las categorías de las variables más significativas (ver sección siguiente), así como los datos de la región Huetar Norte y nacionales (Costa Rica) en las variables desocupación, estructura ocupacional, nivel de escolaridad y nivel de pobreza, cuyos datos se compararon con los resultados obtenidos en las comunidades estudiadas.

CONSTRUCCIÓN DE CATEGORÍAS

Uno de los ejes claves del estudio sobre la cuenca del río San Carlos es lograr una aproximación a las condiciones socioeconómicas de las comunidades. Las variables socioeconómicas constituyen uno de los aspectos en el estudio de las cuencas hidrográficas. Los otros aspectos son el análisis de las aguas, de los suelos y de la biodiversidad.

Por eso, se dedicó el tiempo suficiente para discernir las variables que serían incluidas en la investigación. Una vez identificadas las variables se hizo necesario construir las categorías, especialmente en las más relevantes. Después de un meticuloso análisis se decidió utilizar en las variables *desocupación* (y ocupación), *estructura ocupacional*, *nivel de escolaridad*, *nivel de pobreza* y *satisfacción de necesidades alimenticias* la metodología empleada por la Dirección Nacional de Estadísticas y Censos en las Encuestas Nacionales de Hogares de Propósitos Múltiples. A pesar de las objeciones que se han planteado contra esta metodología, la verdad es que sólo ella permite comparar datos para los ámbitos

regional y nacional, puesto que no existen trabajos con la cobertura que tienen las encuestas nacionales de hogares.

De este modo se usaron los criterios de las Encuestas Nacionales de Hogares para considerar *desempleada* a las personas (busca trabajo por primera vez, cesante o sin un empleo fijo al momento de la entrevista); en la presente investigación también se consideró la especial situación de los pensionados, los cuales fueron incluidos en el grupo de los desempleados, pero se subrayó este hecho en el momento del análisis.

Para la construcción de la variable *estructura ocupacional* también se siguieron las categorías de las Encuestas Nacionales de Hogares. Se identificaron las categorías *asalariados*, *por cuenta propia* y *patrones*. Para depurar mejor el análisis de esta categoría, tratando de ubicar a las personas con el máximo de objetividad, se recurrió a otras preguntas también formuladas en el cuestionario (ingreso, tamaño de la propiedad o del negocio, número de empleados, por ejemplo). No fueron pocos los casos en que las personas entrevistadas tenían una parcela, pero se ocupaban como asalariadas en otras actividades productivas. En estos casos si el trabajo asalariado era un ingreso adicional, siendo la más importante entrada las ventas derivadas del trabajo en la finca, se ubicaba a la persona en la categoría *por cuenta propia*. Si las ventas de la finca complementaban los ingresos debidos al trabajo asalariado, siendo, por lo tanto, éste el que proporcionaba las principales entradas al grupo familiar, entonces el jefe (a) de familia se ubicaba como asalariado. A veces los agricultores contrataban temporalmente fuerza de trabajo, razón por la cual se consideraban como "patrones". Sin embargo, analizado más profundamente el caso se les categorizaba como "*por cuenta propia*". Como patrones se consideraron solamente a aquellos entrevistados que contrataban trabajadores de manera permanente o temporal y que al mismo tiempo tuvieron fincas grandes (más de 200 hectáreas) y que registraron ingresos mensuales cercanos, iguales o mayores al promedio de ingresos que las Encuestas de Hogares consignan para la categoría "patrones". Algunos entrevistados dueños de pulperías, pequeños bares o tiendas pequeñas también se consideraron, al responder la encuesta, como

"patrones". Es evidente, empero, que su categoría ocupacional auténtica es "*por cuenta propia*". Si se procedió con tanta meticulosidad en esta clasificación fue por una razón muy sencilla: esta variable es la que más se aproximaba a una definición de clase social, mientras las restantes variables son más descriptivas.

El nivel de escolaridad se dividió en *analfabetos*, *primaria*, *secundaria* y *universitaria*. Si bien es verdad, los niveles de primaria, secundaria y universitaria se subdividieron en incompleta y completa, al momento del análisis se decidió agrupar las categorías, considerando que, por un lado, ya de por sí los datos sobre escolaridad hallados en la investigación eran suficientemente claros y que, por el otro, al no ser muy grande la muestra, tantas categorías dispersaban la información. Debe agregarse que no se preguntó por la escolaridad de todos los miembros del grupo familiar, sino solamente por la del jefe (a) de familia.

Asimismo, para la construcción de los *niveles de pobreza* se recurrió, para cada uno de los años en que se hizo este trabajo, a los criterios de las Encuestas Nacionales de Hogares. En esta metodología se establece el costo *per cápita* de la canasta básica alimentaria, habiendo diferencias entre zonas urbanas y rurales. Esta cifra es multiplicada por el número promedio de miembros de los hogares, según sean rurales o urbanos. Para las zonas rurales durante el periodo en que se hizo el trabajo de campo el número promedio de miembros del hogar fue de 4.2. Los hogares con ingresos inferiores al resultado de la multiplicación se consideran como en *pobreza extrema*. Aparte de la canasta básica alimentaria, se establece una canasta que incluye otros bienes y servicios (educación, transporte, salud, para citar algunos), cuyo cálculo se establece *per cápita*. Al multiplicarse por el número de miembros del hogar, según sean urbanos o rurales, se tiene una cifra, superior a la cual se ubican las familias consideradas como no pobres. En el rango comprendido entre el límite máximo para la pobreza extrema y la cifra anterior se ubican aquellas familias a las cuales se considera como *en pobreza relativa*.

Para la variable satisfacción de necesidades alimenticias fue seguido un procedimiento vinculado con la metodología para determinar los niveles de pobreza. Se clasificó como a familias incapaces de satisfacer sus necesidades

alimenticias a todas aquellas que gastaran una cantidad inferior al costo de la canasta alimentaria multiplicada por 4.2. Para cada uno de los años en que se realizó este estudio se buscó la información pertinente en la Dirección Regional de Estadística y Censos, especialmente las síntesis que sacan de las encuestas de hogares. Esta variable tenía importancia por sí misma, pero al mismo tiempo fue útil al servir de pregunta testigo para una de las variables más importantes: la del ingreso familiar. Efectivamente, muchas personas se muestran reticentes, cuando no francamente hostiles, a declarar sus ingresos. De aquí que reporten cifras inferiores a los ingresos reales. En las encuestas fueron bastantes los casos en que la cifra reportada para gastos en alimentación era igual o superior a la declarada para ingresos totales al hogar. Por eso fue necesario cambiar la clasificación de algunas familias en lo que se refiere a las categorías de pobreza.

Para la variable hacinamiento se siguió la metodología clasificatoria empleada por el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU). El procedimiento fue el siguiente: se dividió el número de miembros de la familia entre el número de cuartos (incluyendo aposentos utilizados como dormitorios). Si la resultante de esta división era mayor de dos, se clasificaba como *hacinada* a la vivienda. Si el resultado de la división era inferior o igual a dos, entonces la vivienda era clasificada como *no hacinada*.

En todas las variables anteriores se compararon los resultados obtenidos con los datos que ofrecían las Encuestas Nacionales de Hogares de Propósitos Múltiples en los ámbitos regional (Huetar Norte) y nacional. Cabe anotar que estas encuestas presentan los resultados absolutos, por lo cual fue necesario su refinamiento para los efectos comparativos que se buscaban. Como se indicara, una de las razones para escoger la metodología de las Encuestas Nacionales de Hogares para elaborar algunas variables importantes usadas en esta investigación fue, precisamente, la de permitir el análisis comparativo.

LIMITACIONES

Esta investigación tuvo bastantes limitantes. Se mencionarán las más

importantes:

- La limitación de recursos impidió realizar más encuestas. El propósito de la investigación era llegar a unas tres mil encuestas, pero la limitante de recursos lo impidió. Este estudio no pretende ser una caracterización minuciosa, objetiva y detallada de la población meta. Por razones de recursos ello era imposible. De cualquier manera, las encuestas aplicadas arrojaron datos que constituyen una aproximación para poder caracterizar socioeconómicamente a la población asentada en la cuenca del río San Carlos.
- Los cuestionarios fueron aplicados por estudiantes del curso Seminario de Estudios Costarricenses en horas y días correspondientes a clases. Por eso, no era posible disponer de los estudiantes durante todo un día ni, por razones aún más obvias, durante varios días.
- En algunas ocasiones las horas disponibles para aplicar los cuestionarios no eran las más idóneos (mañanas o tardes), puesto que muchas veces el jefe de familia, quien era el que podía brindar una información más detallada y fidedigna, por lo menos en las variables relacionadas con las fincas, estaba ausente.
- Es posible que los ingresos reportados por muchas familias sean inferiores a los ingresos reales. En vista de la importancia de esta variable, fue la única acompañada de una pregunta testigo (gasto familiar en alimentación) que, al mismo tiempo, era una variable relevante. Como se sabe, las preguntas testigo se utilizan para comprobar la coherencia en las respuestas a un tema (ítem) vital para la investigación. A pesar de la precauciones tomadas es posible que algunos entrevistados hayan reportado mal sus ingresos. De ahí el cuidado que debe tenerse con los resultados de pobreza obtenidos en la investigación.

RESULTADOS

Cuadro No 1. Tenencia de Seguro Social por el grupo familiar.

Tenencia de seguro por el grupo familiar	Absoluto	Relativo
Tiene	1431	79.00
No tiene	379	21.05
NS/NR	1	0.05
TOTAL	1811	100.00

En el cuadro No 1 se presentan los resultados sobre la tenencia de seguro social por parte del grupo familiar. Puede observarse que el 21% de las familias encuestadas no cuentan con ningún tipo de seguro social. Estos datos son reveladores por varios motivos. En primer lugar, según estadísticas que se publican en el Informe de Estado de la Nación de 1997, p. 326., para ese año habían 410141 personas, sobre un total de 3566443, sin seguro social, lo que representa un 11.5%, porcentaje bastante inferior al encontrado en el conjunto de las familias encuestadas (21%). En segundo lugar, es bien conocido que algunas situaciones de pobreza y carencia de medios económicos pueden ser atenuados si se tiene acceso a otro tipo de servicios que conforman el **salario social**, dentro de los cuales los servicios en salud ocupan un papel primordial. Carecer de seguro representa una desventaja para cualquier familia, especialmente para aquéllas que se hallan en situación de precariedad social.

Cuadro No 2. Nivel Educativo del jefe familiar

Nivel educativo del jefe familiar	Absoluto	Relativo
Analfabeto	292	16.10
Primaria	1031	57.00
Secundaria	363	20.00
Universitaria	102	5.60
Otro	21	1.20
NS/NR	2	0.10
TOTAL	1811	100.00

En el cuadro No 2 se presentan los niveles de escolaridad del jefe de familia. Se observa que las jefes de familia sin ninguna escolaridad representan el 16.1%, mientras que los que habían cursado algún año de la educación primaria constituían el 57%. En el extremo superior, los que tenían estudios universitarios fueron el 5.6%. Comparando los niveles de escolaridad contenidos en las Encuestas de Hogares para los años en los que se hizo la investigación, el resultado que se obtiene es que el nivel de escolaridad en los jefes de hogar de la cuenca del río San Carlos es más bajo que en el ámbito nacional. Con fines comparativos se tomaron solamente los años 1997 y 1998. En esos años el analfabetismo en Costa Rica fue de 11.5% (16.1% en la cuenca). Los porcentajes de primaria fueron respectivamente de 53.7% y 53.1% (57% en la cuenca). A nivel secundario los porcentajes respectivos fueron 24.9% y 24.1% (20% en la cuenca). Finalmente, a nivel universitario los porcentajes nacionales fueron respectivamente 9.2% y 24.1% (contra 5.6% hallado en la cuenca). Los bajos niveles de escolaridad tienen diversas consecuencias. Por ejemplo, la estrecha correlación positiva existente entre altos niveles de educación y altos niveles de ingreso. La correlación inversa o negativa (baja escolaridad/bajos ingresos) también está probada. El citado Informe de Estado de la Nación de 1997 muestra estadísticas irrefutables para el caso costarricense sobre el particular. Los bajos niveles de escolaridad se alzan como un serio obstáculo para los habitantes de la cuenca del río San Carlos para lograr ingresos más altos y, por lo tanto, para mejorar su calidad de vida.

Por otra parte, la competencia en un mundo progresivamente globalizado exige una fuerza de trabajo (sea asalariada o independiente) cada vez más preparada. Los bajos niveles de escolaridad de la población adulta encontrados en esta investigación, así como los datos sobre el mismo tópico que pueden encontrarse en las Encuestas de Hogares, constituyen un serio obstáculo para incrementar la productividad del trabajo y para crear productos con mayor valor agregado. Para los habitantes de la región existe en la educación en general, y en la mejor calificación de la fuerza de trabajo en particular, un gran desafío que no puede ignorarse en un mundo tipificado por una producción vinculada a las innovaciones.

y aplicaciones tecnológicas que, como es sabido, dependen en buena medida del grado de escolaridad de la fuerza de trabajo.

Cuadro No. 3. Empleo y desempleo del jefe familiar

Empleo o desempleo del jefe familiar	Absoluto	Relativo
Sí	1469	81.10
No	342	18.90
TOTAL	1811	100.00

El porcentaje de jefes de hogar desempleados fue del 18.9% (ver cuadro No. 3), porcentaje muy superior al existente en 1997 y 1998 tanto para el ámbito de la región Huetar Norte (respectivamente, 5.1% y 2.4%) como a nivel nacional (respectivamente 5.7% y 5.55%) según los datos de las Encuestas de Hogares de esos años. La reconversión productiva, tan exitosa en la cuenca del río San Carlos durante algún tiempo, ha influido en la creación de empleos precarios y mal pagados que no requieren de una fuerza de trabajo con altos niveles de escolaridad (Estado de la Nación, 1997). Además, buena parte de la producción de la zona es de bajo valor agregado, con las excepciones del caso (Altemburg y otros, 1990; Estado de la Nación, 1997). Por otra parte, según la información disponible, la mayoría de los puestos de trabajo generados por la reconversión productiva experimentada por la cuenca en las dos últimas décadas han sido ocupados por inmigrantes nicaragüenses (Estado de la Nación, 1997), hecho que quizás pueda explicar en parte el alto desempleo hallado en la región.

La estructura ocupacional se presenta en el cuadro No. 4. Puede observarse como los asalariados constituían el 54.2% (frente al 73.0% y el 70.9% en el ámbito nacional para los años 1997 y 1998); mientras los trabajadores por cuenta propia eran el 37.1% (20.3% y 17.9% para Costa Rica en los años mencionados); los patrones alcanzaban el 6.1% en la cuenca (contra 6.7% y 7.9% en el ámbito nacional para 1997 y 1998 respectivamente). Como puede apreciarse, en la

cuencia es menor el porcentaje de asalariados y mayor el porcentaje de personas que trabajan por cuenta propia respecto a lo que sucede a nivel nacional.

Cuadro No 4. Estructura Ocupacional de la población encuestada

Estructura Ocupacional	Absoluto	Relativo
Asalariado	796	54.20
Cuenta propia	545	37.10
Patrono	90	6.10
Otro	26	1.80
NS/NR	12	0.80
TOTAL	1469 (1)	100.00

(1) No se incluyen los desempleados.

Cuadro No 5. Lugar de trabajo del jefe familiar

Lugar de trabajo del jefe familiar	Absoluto	Relativo
Comercio y Servicios	430	29.3
Fincas	427	29.1
Fábricas (1)	325	22.0
Oficinas Públicas	90	6.1
Otros	170	11.6
NS/NR	27	1.8
TOTAL	1469 (2)	100.0

(1) Incluye fábricas, talleres industriales, emparadoras y empresas de construcción.

(2) No incluye a los desempleados

En cuanto al lugar de trabajo (cuadro No. 5), el 29.3% de los jefes de hogar se ocupan en el sector *comercio y servicios*; el 29.1% trabajaban en fincas y el 22% en fábricas. El cuadro No 6 ofrece la información sobre el *tipo de trabajo*. Puede observarse como el 30.2% correspondía a comercio y servicios (ya fuesen como asalariados o trabajando por cuenta propia); el 24.6% eran obreros y el 20.8% peones agrícolas.

Cuadro No 6. Tipo de trabajo del jefe familiar

Tipo de trabajo del jefe familiar	Absoluto	Relativo
Comercio y Servicios	444	30.20
Obrero (1)	362	24.60
Peón Agrícola	305	20.80
Propietarios	169	11.50
Profesional	66	4.50
Empleado Público	29	4.50
Otro	84	5.70
NS/NR	10	0.75
Total	1469 (2)	100.00

(1) Incluye trabajadores de fábricas, talleres industriales, emparadoras y de la construcción

(2) No se incluyen los desempleados.

Cuadro No. 7. Nivel de pobreza del grupo familiar

Nivel de pobreza del grupo familiar	Absoluto	Relativo
Extrema	345	28.80
Relativa	522	19.00
No pobre	808	44.60
NS/NR	136	7.50
TOTAL	1811	100.00

El cuadro No. 7 presenta los niveles de pobreza encontrados en los hogares de la cuenca. Puede observarse como, a partir de los ingresos totales al hogar reportados por las personas entrevistadas, el 28.8% de las familias se ubicaban en la categoría de pobreza extrema, mientras que el 19% lo hacían en la categoría de pobreza relativa. El 44.6% de los hogares se consideraron como no pobres. En otras palabras: casi la mitad de los hogares encuestados se hallaban en situación de pobreza, cifra muy superior a las existentes tanto regional como nacionalmente. En efecto, en el ámbito nacional, en 1998 (sólo para mencionar los datos de la Encuesta de Hogares de este año, que fue el último en que se hizo el trabajo de

campo) los hogares en pobreza extrema fueron el 5.3% (7.6% en la región Huetar Norte). En pobreza relativa se ubicaban el 14.4% de los hogares en el ámbito nacional y el 18.8% en la región Huetar Norte. Como se expresara anteriormente, puede formularse como una hipótesis que, por supuesto, amerita su dilucidación empírica, que la presencia masiva de inmigrantes nicaragüenses, al conformarse en *ejército industrial de reserva* (Dierckxsens, 1990, 1994) ha saturado la oferta de trabajo regional, influyendo en una baja de salarios en las actividades agrícolas (café, cítricos, lechería, raíces y tubérculos); construcción, oficios domésticos y otros empleos. Naturalmente, los salarios tan bajos pagados a los nicaragüenses durante el periodo en que se realizó la investigación (1994-1998) sume en la miseria a este importante segmento del mercado laboral de la región. En fechas más recientes se han hecho algunos esfuerzos por atenuar la extrema explotación laboral de los inmigrantes nicaragüenses, especialmente de los indocumentados. Es obvio que los bajos salarios tienen una relación directa con la pobreza. Añádase el poco valor agregado de la producción y la baja escolaridad de la población como factores que coadyuvan a incrementar las posibilidades de afrontar las situaciones de pobreza. Como también fuera indicado, el nuevo modelo agroexportador no parece estar en condiciones de promover un crecimiento sostenido en el tiempo que integre tanto a los pequeños y medianos productores como a los asalariados (Estado de la Nación, 1996, 1997, 1998), aparte de que la producción agrícola de poco o ningún valor agregado suele saturar los mercados internacionales, influyendo en la disminución de los precios, lo cual, a su vez, provoca ruina de productores, despidos de trabajadores o rebajas salariales, situaciones todas generadoras de pobreza o de su agravamiento.

Cuadro No 8. Hacinamiento en las viviendas

Hacinamiento	Absoluto	Relativo
Si	563	31.10
No	1212	66.90
NS/NR	36	2.00
TOTAL	1811	100.00

En el cuadro No. 8 se presentan los resultados de la variable *hacinamiento*. El 31.1% de los hogares encuestados se encontraba en situación de hacinamiento. Este porcentaje puede estar relacionado con los niveles de pobreza vistas en el cuadro anterior. Solo por establecer algún marco referencial de comparación, en el primer informe sobre Estado de la Nación (1994), capítulo 2, p. 22, se señala que el porcentaje de hacinamiento para las viviendas urbanas es del 5% y para las viviendas rurales del 11%, aunque en el capítulo no se menciona la metodología empleada en el estudio que reportó estas cifras, lo cual invalida las comparaciones. En todo caso, las diferencias no dejan de ser notorias.

A partir de ahora se examinarán los resultados sobre los servicios básicos. En el cuadro No. 9 se observa que la gran mayoría de las familias utilizan la cloaca o el tanque séptico para la disposición de las aguas negras. Sólo el 6.6% de las familias utilizaban letrinas. En cuanto a la forma de abastecimiento de agua (cuadro No. 10), el 97% disponía de cañería dentro de la vivienda.

Cuadro No 9. Tipo de servicio sanitario usado por el grupo familiar.

Tipo de servicio sanitario usado por el grupo familiar	Absoluto	Relativo
Cloaca o tanque séptico	1679	92.7
Pozo o letrina	119	6.60
Río o acequia	3	0.20
Otro	8	0.40
Ninguno	2	0.10
TOTAL	1811	100.00

Cuadro No 10. Tipo de abastecimiento de agua por el grupo familiar.

Abastecimiento de agua por parte del grupo familiar	Absoluto	Relativo
Cañería (dentro de la vivienda)	1769	97.70
Pozo	10	0.60
Cañería (fuera de la vivienda)	8	0.40
Otro	24	1.30
TOTAL	1811	100.00

Por otro lado, casi todas las familias disponían de energía eléctrica en sus viviendas (99.6%), lo que demuestra la gran extensión de este servicio básico en la población costarricense, sea urbana o rural (ver cuadro No. 11). Sobre las formas de tratar la basura (cuadro No. 12), el 50.5% de las familias lo hacían mediante acarreo municipal o privado; mientras el 26% quemaban la basura y el 21.1% la enterraban. Solo un porcentaje muy reducido (1.7%) manifestó tirar la basura. En San Carlos el tratamiento adecuado de la basura es un problema que tiende a agravarse a medida que transcurre el tiempo. No existe prácticamente el reciclaje de los desechos sólidos y en cuanto a los desechos orgánicos son pocos y dispersos los intentos para utilizarlos como abono orgánico en las fincas o en los hogares. Por añadidura el relleno sanitario municipal, ubicado en el distrito de Florencia, se ha convertido en un auténtico botadero de basura con todas sus implicaciones ambientales (contaminación de las aguas frías y superficiales, por ejemplo) y sanitarias.

Cuadro No 11. Disposición de energía eléctrica en las viviendas.

Disposición de energía eléctrica por parte del grupo familiar	Absoluto	Relativo
Sí	1804	99.60
No	7	0.40
TOTAL	1811	100.00

Cuadro No 12. Formas de desechar la basura en el grupo familiar.

Disposición de la basura por parte del grupo familiar	Absoluto	Relativo
Acarreo municipal o privado	915	50.50
Quemada	471	26.00
Enterrada	382	21.10
Tirada	30	1.70
Otro	13	0.70
TOTAL	1811	100.00

En lo que respecta a las aguas residuales (cuadro No. 13), el 39.3% de las familias usaban alcantarillado, el 24.4% las arrojaban a los patios y el 20.7% las tiraban a los arroyo, acequias o ríos. Es muy probable que las aguas residuales arrojadas a los patios de muchas de las familias también terminaran en algún cuerpo de agua. En todo caso, las aguas residuales son una importante fuente de contaminación de la cuenca del río San Carlos.

Cuadro No 13. Disposición de las aguas residuales por parte del grupo familiar.

Disposición de las aguas residuales por parte del grupo familiar	Absoluto	Relativo
Alcantarillado	712	39.30
Patio	442	24.40
Río o Acequia	374	20.70
Otro	103	5.70
NS/NR	180	9.90
TOTAL	1811	100.00

Cuadro No 14. Satisfacción de las necesidades alimenticias por el grupo familiar

Satisfacción de necesidades alimenticias por parte del grupo familiar	Absoluto	Relativo
Si	1046	57.80
No	616	34.00
NS/NR	149	8.20
TOTAL	1811	100

En el cuadro No. 14 se observa como el 34% de las familias encuestadas no satisfacía adecuadamente sus necesidades alimenticias, situación que puede relacionarse con los bajos ingresos y los niveles de pobreza vistos anteriormente.

BIBLIOGRAFÍA

- Achio, Mayra y Escalante, Ana Cecilia: *Azúcar y Política en Costa Rica*. San José, Editorial Costa Rica, 1985.
- Altemburg, T; Hein, W; Weller, J. *El Desafío económico de Costa Rica. Desarrollo agroindustrial autocentrado como alternativa*. San José, Editorial DEI, 1990.
- Astorga, Allan y otros: *Proyecto Sistemas Integrados de Gestión y Calidad Ambiental. Componente Costa Rica*. San José, FUDEU, 2000.
- Chiriboga, Manuel (1997): *Desafíos de la pequeña agricultura familiar frente a la globalización*. En: *Perspectivas Rurales (Costa Rica)*: 1(1): 9-24.
- Dierckxsens, Wim: *De la Globalización a la Perestroika Occidental*. San José, Editorial DEI, 1994.
- Dierckxsens, Wim: *Del Neoliberalismo al Poscapitalismo*. San José, Editorial DEI, 2000.
- Dierckxsens, Wim: *Mercado de trabajo y política económica en América Central*. San José, Editorial DEI, 1990.
- Dirección General de Estadísticas y Censos: *Encuestas de Hogares de Propósitos Múltiples (1995-1998)*. San José.
- Edelman, Marc: *La lógica del latifundio*. San José, Editorial de la Universidad de Costa Rica/Stanford University Press, 1998.
- Fallas, Helio: *El programa de ajuste estructural y la agricultura en Costa Rica*. En: Reuben Soto, William (Compilador): *Los campesinos frente a la nueva década. Ajuste estructural y pequeña producción agropecuaria en Costa Rica*. San José, Editorial Porvenir/CECADE, 1990, pp. 15-46.

- Fernández, Mario: *Evolución de la estructura de la tenencia de la tierra en Costa Rica: café, caña de azúcar y ganadería (1950-1978)*. San José, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Costa Rica, 1983.
- Molina, Jorge Rolando: *El proceso histórico-geográfico de la colonización agrícola en San Carlos, Costa Rica, 1850-1977*. Tesis. Escuela de Historia, Universidad de Costa Rica, San José, 1978.
- Molina, Jorge Rolando: *San Carlos: el marco político-administrativo, geográfico e histórico de la región Huetar Norte*. Ciudad Quesada, COOCIQUE R. L., 1996.
- Mora Alfaro, Jorge: *Los campesinos y la exportación de productos agropecuarios*. En: Reuben, William (Compilador): *Los campesinos frente a la nueva década. Ajuste estructural y pequeña producción agropecuaria en Costa Rica*. San José, Editorial Porvenir-CECADE, 1990, pp. 181-209.
- Proyecto Estado de la Nación: *Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible (informes 1995, 1996, 1997 y 1998)*. San José, Proyecto Estado de la Nación.
- Reuben Soto, William: *El potencial de la economía campesina en la reactivación económica y el desarrollo de Costa Rica*. En: Reuben, William (Compilador): *Los campesinos frente a la nueva década. Ajuste estructural y pequeña producción agropecuaria en Costa Rica*. San José, Editorial Porvenir-CECADE, 1990, pp. 213-241.
- Rodríguez, Francisco: *Cosmovisión, Sociedad y Naturaleza*. Santa Clara, ITCR, Escuela de Ciencia y Letras, 2001.
- Rodríguez, Francisco: *Una aproximación a la conformación de San Carlos como región histórica, económica, política y cultural*. Santa Clara, ITCR, Escuela de Ciencias y Letras, 1996.
- Román, Isabel y Rojas, Manuel: *Agricultura de exportación y pequeños productores en Costa Rica*. San José, FLACSO (Cuadernos de Ciencias Sociales No 61), 1993.
- Sánchez Hidalgo, Antonio: *Datos básicos región Huetar Norte*. Ciudad Quesada, MIDEPLAN, octubre 1989.
- Stamm, Andreas: *¿Una nueva dinámica para las zonas rurales? Relaciones internacionales y efectos territoriales del cambio en el modelo de desarrollo de Costa Rica*. En: Nuhn, Helmut y Stamm, Andreas (Editores): *Apertura comercial en Centroamérica: nuevos retos para la agricultura*. San José, Editorial DEI-Fundación Friedrich Ebert, 1996, páginas 23-47.
- Trivelato, Maria Dalva: *La Tigra: de cultivos variados a plantas ornamentales. Un pequeño estudio junto a la comunidad para evaluar algunos efectos de las actividades de agroexportación*. En: Nuhn, Helmut, Stamm, Andreas (Editores): *Apertura comercial en Centroamérica: nuevos retos para la agricultura*. San José, Editorial DEI-Fundación Friedrich Ebert, 1996, pp. 123-145.
- Vega Carballo, José Luis: *Hacia una interpretación del desarrollo costarricense: ensayo sociológico* (quinta edición). San José, Editorial Porvenir, 1986.

CONDICIÓN SOCIOECONÓMICA Y PRÁCTICAS CULTURALES EN NUEVE COMUNIDADES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO TRES AMIGOS, CUENCA RÍO SAN CARLOS

**Francisco Rodríguez Barrientos
Adolfo Chaves Campos**

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El estudio de las cuencas hidrográficas es actualmente básico en los diagnósticos que intentan cuantificar los niveles de sostenibilidad o insostenibilidad de las actividades humanas (ya sean productivas o domésticas, muy influidas ambas por las características socioeconómicas de la población). Se sugiere que para promover el desarrollo sostenible es fundamental tomar las cuencas hidrográficas como puntos geográficas, ambientales, económicas y sociales de referencia.

En perspectiva de la sostenibilidad, el diagnóstico de las cuencas debe ser interdisciplinario, considerando, al menos, los siguientes aspectos:

- Las aguas (sean frías o superficiales).
- La biodiversidad.
- Los suelos.
- La condición socioeconómica de las comunidades.

Siendo la cuenca del río San Carlos una de las más grandes e importantes del país, la Escuela de Ciencias y Letras de la Sede Regional San Carlos del Instituto Tecnológico decidió desde 1994 integrar un equipo interdisciplinario que se abocara al estudio de los aspectos anteriormente mencionados en esta cuenca y de las subcuencas que la integran, tratando al mismo tiempo de involucrar en la investigación a diversas asociaciones comunales, grupos no gubernamentales e instituciones públicas presentes en la zona. El propósito de la investigación es

obtener un diagnóstico de las causas de origen humano que están influyendo en el deterioro y contaminación de la cuenca (y sus subcuencas), proponiendo formas de manejo más sostenibles.

Fue en 1999 cuando se inició un subproyecto en una región ubicada entre los ríos San Carlos y Tres Amigos, junto a la Asociación de Productores de San Marcos de Cutris (APROSAMA) y con el apoyo financiero de la Embajada de Holanda y del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Parte de los resultados socioeconómicos son los que se ofrecen en este artículo.

OBJETIVOS

1. Hacer una descripción de la condición socioeconómica de las comunidades estudiadas, especialmente de variables tan importantes como seguro social, desempleo, nivel educativo, estructura ocupacional, niveles de pobreza, hacinamiento y la condición de algunos servicios básicos como agua, electricidad, servicio sanitario y disposición de la basura.
2. Realizar una comparación entre los resultados obtenidos en la investigación sobre las variables más importantes (como seguro, nivel educativo, desempleo, estructura ocupacional, hacinamiento y pobreza) con los datos existentes a nivel regional (Huetar Norte) y nacional.
3. Conocer el uso del suelo y de los ríos en la región estudiada.
4. Conocer las prácticas culturales empleadas en las fincas encuestadas (plaguicidas y prácticas orgánicas).

BREVE CARACTERIZACIÓN DE LA REGIÓN ESTUDIADA

Según el estudio elaborado por Arias y Rodríguez (1996) los suelos donde están ubicadas las comunidades estudiadas se clasifican como *ultisoles*. Según estos mismos autores, los suelos *ultisoles* son generalmente "rojizos" y ácidos, ubicados normalmente en las partes altas de las cuencas y en las posiciones más

altas de las pendientes, es decir, en zonas que no han estado sujetas a proceso alguno de rejuvenecimiento y por el contrario, han sido sometidas a una constante lixiviación. Sin embargo, mediante la aplicación de cal se podría disminuir la acidez que normalmente presentan, aumentando de esta forma su fertilidad y permitiendo su uso en la siembra de muchos otros cultivos" (Arias y Rodríguez, 1996: 5). En estos suelos se produce piña y otros cítricos, tubérculos, raíces, caña de azúcar y también son usados para la producción ganadera (carne). Los anteriores son, precisamente, las actividades pecuarias y agrícolas predominantes en la región estudiada, por lo cual podría decirse que no existiría un mal uso del suelo (en otras palabras, el uso del suelo está acorde con su capacidad). De todas maneras, se precisaría de un estudio más detallado, pues sería interesante conocer cuál porcentaje de la producción agrícola y pecuaria en la región estudiada se hace en terrenos con vocación forestal. En Costa Rica existe un mal uso del terreno, pues a pesar de que los suelos con vocación pecuaria abarcan tan solo el 9% del territorio nacional, los pastos cubren más del 40% de los suelos en producción (Estado de la Nación, 1994). En San Carlos y el resto de la región Huetar Norte se estima que más de la mitad de las tierras tienen capacidad forestal; sin embargo, cerca de la mitad de dichas tierras han estado ocupados por la actividad pecuaria (Estado de la Nación, 1997). Uno de los principales problemas del mal uso de los suelos es la poca productividad y, en consecuencia, una baja competitividad (Rodríguez, 2001).

El estudio de Arias y Rodríguez (1996) clasifica el clima de la región estudiada como *húmeda*. Este clima se caracteriza por "precipitación media anual de 2400-3420 mm.; evapotranspiración potencial que normalmente sobrepasa 1710" (Arias y Rodríguez: 5). La temperatura media anual oscila entre los 25 y los 25 grados centígrados, con un déficit de agua en la estación seca (entre febrero y abril).

La zona es plana, con alturas situadas entre 40 y 100 metros sobre el nivel del mar

Al ser las comunidades estudiadas de fundación tardía – después de 1950 - y al estar dedicadas durante mucho tiempo a la economía de subsistencia o a la producción de granos básicos (Molina, 1978) el Estado costarricense no tuvo

mayor interés en realizar inversiones. Sin embargo, en años recientes la presencia estatal ha sido más consistente y se ha traducido en la creación de escuelas, centros de salud, el relativo mejoramiento en la comunicación vial, extensión del tendido eléctrico, etc. Sin embargo, son muchas las necesidades de estas comunidades aún no satisfechas, y estas necesidades se han incrementado con la gran presencia de inmigrantes nicaragüenses.

Políticamente, las comunidades investigadas pertenecen al distrito de Cutris, creado el 26 de noviembre de 1971, con una superficie de 873 kilómetros cuadrados y una población a junio de 1995 de 9896 habitantes (Revista Ilusiones y realidades sancarleñas, 1996)

METODOLOGÍA

MUESTRA

El trabajo se hizo en nueve comunidades rurales ubicadas entre los ríos San Carlos y el Tres Amigos. Las comunidades fueron las siguientes:

1. **Santa Teresa**
2. **San Jorge**
3. **San Pedro**
4. **Bella Vista**
5. **Pueblo Nuevo**
6. **San Marcos**
7. **Los Almendros**
8. **Betania**
9. **Castemare**

En total se hicieron 191 encuestas *familiares*, pues la información se refería al grupo familiar. Las familias con fincas o parcelas fueron en total 89. Antes de hacer la encuesta se visitó la zona en varias ocasiones con el propósito de tener una mejor idea de la distribución de las viviendas y realizar *croquis* que sirvieran posteriormente cuando se aplicaran las encuestas. Casi todas las viviendas que

se encuestaron estaban situadas cerca de la carretera principal. Ello obedeció a dos factores: en primer lugar, la población tiende a concentrarse en esos sitios y, en segundo lugar, a la facilidad para recolectar los datos. Por razones de tiempo y recursos no era factible entrevistar a las viviendas más alejadas. Es posible que ello produjese un sesgo en la investigación, pero se considera no tan significativo como para descalificar los resultados obtenidos, los cuales pretenden aproximarse a una descripción general de las principales características socioeconómicas de las comunidades.

TECNICAS UTILIZADAS

Para recoger la información se utilizó un cuestionario con 48 preguntas. Para elaborarlo se hicieron consultas con miembros de la Asociación de Productores de San Marcos de Cutris (APROSAMA), cuyas sugerencias fueron incorporadas en la versión final del cuestionario.

Las preguntas fueron *cerradas* con el propósito de facilitar la codificación de las respuestas. Se usaron preguntas *dicotómicas*, *en abanico* y *escalas de Lickert*.

Los cuestionarios fueron aplicados en octubre de 1999 por estudiantes del curso Seminario de Estudios Costarricenses, previa explicación de las precauciones y cautelas a tomar con las personas a ser entrevistadas para que las respuestas fueran lo más exactas y fidedignas posibles. Antes de aplicar las encuestas se tuvo reuniones con las asociaciones de desarrollo comunal cuyo objetivo era explicarles los alcances del trabajo y pedirles que informaran a las familias de sus respectivas comunidades acerca de la encuesta y de la necesidad de colaborar con ella. De este modo, al momento de hacerse el trabajo muchas personas tenían conocimiento de los fines de la investigación, lo cual quizás pudo haber permitido respuestas más veraces. La encuesta fue aplicada al jefe de familia o, en su defecto, a su esposa o compañera.

CONSTRUCCIÓN DE CATEGORÍAS

A continuación se detalla como se construyeron las categorías sociales y económicas de las variables más relevantes del trabajo.

Para la variable educación se consideró a todos los miembros de la familia mayores a 5 años. Se establecieron las categorías de *analfabeto*, *primaria*, *secundaria*, *universitaria* y *otra*. No se consideró oportuno especificar si esas categorías eran completas o incompletas (por ejemplo, primaria completa o incompleta), lo cual quizás habría refinado más el análisis, pero a costa de una mayor dispersión de los datos.

En lo que se refiere a la variable *desempleo* se consideraron como *desempleados* a los jefes(as) de hogar que en el momento de la encuesta estaban sin trabajo (por haber sido despedidos o por cualquier otra razón) o que buscaban trabajo por primera vez.

En cuanto a la categoría *estructura ocupacional* se procedió de la siguiente manera: si eran personas con sus propias actividades, se les solicitó que hicieran un cálculo mensual de sus ingresos, los cuales, obviamente, variarían según la temporada. De acuerdo al monto de sus ingresos y a otras variables como el tamaño de la finca o el número de empleados se les clasificó en *patrones* o en *trabajadores por cuenta propia*. Se consideró como asalariados a todos(as) los(as) jefes(as) de hogar que dependían de un salario y aunque tuvieran otras entradas (o incluso hasta una parcela) el salario constituía el grueso de los ingresos familiares. En esta variable se usaron los mismos criterios categoriales empleados en la Encuestas de Hogares.

Para construir la variable *pobreza* se recurrió a los ingresos del grupo familiar. En los ingresos se les pidió a los entrevistados(as) que calcularan el total de ingresos, considerando el salario del jefe(a) de familia, si se trataba de asalariados, más los otros eventuales ingresos (el salario de hijos que trabajaban; la venta de servicios como comida, lavado de ropa y otros). Como se indicó anteriormente, a quienes trabajaban por cuenta propia (ya porque tuvieran sus propias empresas o actividades económicas) se les pidió un cálculo aproximado de sus ingresos mensuales. Con la información suministrada por los entrevistados se procedió a construir la variable pobreza con las siguientes categorías: *pobreza extrema* (familias que no podían satisfacer las necesidades alimenticias de sus integrantes); *pobreza relativa* (familias que no podían satisfacer adecuadamente

otras necesidades, fuera de las alimenticias); *no pobres* (familias que satisfacían las necesidades mínimas). Para elaborar estas categorías se siguieron los lineamientos metodológicos utilizadas por la Oficina de Estadística y Censos para las Encuestas de Hogares. Para los cálculos de los montos económicos que ubicaban a las familias entrevistadas en una u otra categoría, se utilizaron los cálculos sobre la canasta básica manejadas por la Oficina de Estadísticas y Censos (actual INEC) para mediados del año 1999 (el trabajo de campo se hizo en octubre de ese año). Tanto los montos de la canasta alimenticia como la de servicios básicos se multiplicaron por 4.2, por ser este el número promedio de las familias en las zonas rurales, según la Oficina de Estadísticas y Censos. Las familias con ingresos menores al total de la primera operación se clasificaban como en *pobreza extrema*, mientras las familias ubicadas entre esta cifra y el total de la segunda operación eran clasificadas como familias en *pobreza relativa*. Finalmente, las familias con ingresos superiores al total de la segunda operación eran consideradas como *no pobres* (esta es la metodología que se emplea en las Encuestas de Hogares). Hay varios autores que critican esta metodología pues consideran que los parámetros para cuantificar la pobreza son muy bajos. Sin embargo, en la presente investigación se siguió esa metodología porque es aceptada por otros círculos de estudios (como los que elaboran los informes de Estado de la Nación) y porque permitía comparar los resultados obtenidos en la investigación con datos existentes tanto en el ámbito regional (región Huetar Norte y las otras regiones del país, especialmente la Central) como nacional.

En la variable *hacinamiento* se siguió la metodología del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU) que considera *hacinadas* a las viviendas con más de dos personas por cuarto o como *no hacinadas* a las viviendas con dos o menos personas por cuarto. En la investigación se dividió el número total de personas que habitaban la vivienda entre el número de cuartos. Si el resultado era mayor a dos la vivienda era considerada hacinada; si el resultado era igual o menor a dos, la vivienda se consideraba no hacinada.

RESULTADOS

CUADRO 1. TENENCIA DE SEGURO SOCIAL

SEGURO SOCIAL	ABSOLUTO	RELATIVO
TIENE	150	78,50
NO TIENE	36	18,90
NS/NR	5	2,60
TOTAL	191	100,00

En el cuadro No. 1 se presenta la información sobre la tenencia de seguro social por parte de las familias encuestadas. El dato a destacar es que casi el 19% de las familias carecían de seguro social, cifra que supera ampliamente la cobertura existente para el ámbito nacional, donde el 10% de la población carecía de seguro social (Estado de la Nación, 1998). El seguro forma parte del llamado *salario social* y proporciona ayuda y servicios a personas y familias que de otro modo no tendrían acceso a ellos. Pueden existir varias razones para explicar esta cifra superior al promedio nacional en las comunidades estudiadas en cuanto al porcentaje de asegurados. Una primera es la gran presencia de inmigrantes nicaragüenses indocumentados en la zona, a quienes se les pagan salarios más bajos y se les niega otros derechos laborales y sociales. Es claro que entre más *móvil* sea la fuerza de trabajo, es decir, que se está movilizándolo permanentemente hacia los lugares donde haya trabajo, menos posibilidades tiene de que los patrones aseguren a los trabajadores. *"Una elevada movilidad de la fuerza de trabajo permite evadir el aseguramiento de los trabajadores. De donde se sigue que cuanto menos generalizada sea la relación salarial en el área centroamericana, menor también la cobertura de los trabajadores por el seguro social"* (Dierckxsens, 2000: 67. Las cursivas son nuestras). Esta movilidad es mayor considerando el *carácter estacional de mucha de la producción* que se realiza en la zona estudiada (cítricos, caña de azúcar, tubérculos). Por otro lado, también es importante analizar la última parte del razonamiento de Dierckxsens, pues, efectivamente, mientras más extendidas estén las *relaciones salariales*,

especialmente si se trata de relaciones más o menos estables, mayor es la posibilidad de que la población trabajadora cuente con los beneficios del seguro social. Sin embargo, como puede observarse en el cuadro No 4, la relación salarial cubre apenas al 47% de la población encuestada, contra un 71% para Costa Rica, 73.3% para la región Central y 60.3% para el conjunto de la región Huetar Norte (Encuesta de Hogares, 1999). Una segunda razón podría ser el carácter rural disperso de estas comunidades, lo cual obstaculiza una mayor presencia del Estado (en este caso, de la Caja Costarricense del Seguro Social), que históricamente ha concentrado sus inversiones en las regiones urbanas o semiurbanas. En tercer lugar, a la gran proporción de trabajadores por cuenta propia existentes en las comunidades estudiadas (44%) (ver también cuadro No. 4), quienes tienen menos posibilidades de adquirir un seguro social, sobre todo considerando sus bajos ingresos económicos (ver más adelante el cuadro No. 7).

CUADRO 2. NIVEL EDUCATIVO

NIVEL EDUCATIVO	ABSOLUTO	RELATIVO
ANALFABETO	158	22,60
PRIMARIA	424	60,70
SECUNDARIA	89	12,80
UNIVERSIDAD	21	3,00
OTRO	6	0,90
TOTAL	698 (*)	100,00

(*) El total es mayor porque se consideró a toda la población en edad escolar y no sólo al conjunto de las familias como en la mayoría de las restantes variables.

El cuadro No. 2 presenta la información sobre el nivel educativo hallado en las comunidades estudiadas. De la observación del cuadro resalta una conclusión obvia: el bajísimo nivel educativo prevaleciente en las comunidades. En efecto, se encontró un 22.6% de analfabetismo, mientras el 60.7% había cursado como máximo el nivel primario. Sumados ambos porcentajes alcanzan el 82.6%. Estos datos pueden ser comparados con los niveles educativos para Costa Rica y la región Huetar Norte arrojados por la Encuesta de Hogares de julio de 1999. En

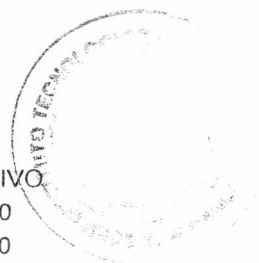
1999, el porcentaje de analfabetismo para Costa Rica ascendía al 11.8% y para el conjunto de la región Huetar del 16.5%, ambos porcentajes inferiores al hallado para el conjunto de las comunidades estudiadas. El porcentaje para Costa Rica de población con nivel de primaria era más bajo que para el conjunto de las comunidades (52.9%), mientras que en la región Huetar Norte el porcentaje era muy similar al encontrado para el conjunto de las comunidades: 63.2%. Para el nivel primario, los datos del trabajo muestran un porcentaje muy similar al del resto de la región (12.8% contra 14.8%), pero muy abajo respecto al promedio nacional (24.4%). Por otro lado, solamente el 3% de los encuestados había cursado algún año de educación universitaria, contra el 9.5% y el 4.9% existentes respectivamente en los ámbitos nacional y regional. Los bajos niveles de escolaridad tienen varias implicaciones, de las cuales se mencionarán únicamente tres: en primer lugar, existe una estrecha vinculación entre el nivel educativo y el ingreso. Efectivamente, en un estudio hecho en Costa Rica (Estado de la Nación, 1997; también un estudio hecho por Dierckxsens y otros, 2000, presenta esta misma situación para Centroamérica) se muestra como a medida que aumenta el nivel educativo aumenta paralelamente el ingreso. En segundo lugar, la economía moderna requiere de una mano de obra calificada que pueda ir incorporando las constantes innovaciones tecnológicas con el fin aumentar la productividad y la competitividad de las empresas. Evidentemente, los bajos niveles de escolaridad en las comunidades estudiadas conspiran contra estos objetivos de productividad, eficiencia y competitividad económicas. En tercer lugar, las personas con baja escolaridad en el agro van a quedar fuera de las actividades económicas más dinámicas que demandan una fuerza de trabajo más escolarizada y capacitada, debiendo limitarse a las tareas más pesadas, de más baja calificación y peor remuneradas. El modo en que en nuestro medio se está produciendo la integración al proceso de la globalización implica la creciente exclusión de sectores sociales, tanto rurales como urbanos, con empleos precarios y precarizados y con un aumento en la pobreza. Y son los trabajadores poco calificados, o no calificados del todo, quienes presentan una situación más crítica. "El proceso a la integración a la economía mundial está causando un proceso

paulatino de exclusión en América Central, *al menos en los trabajadores no profesionales*" (Dierckxsens, 2000: 46. Las cursivas son nuestras).

Es por lo anterior que las comunidades y sus organizaciones deben hacer un esfuerzo por revertir la situación educativa prevaleciente en ellas, pues de ello depende en buena medida su sobrevivencia futura.

CUADRO 3. TENENCIA DE TRABAJO

TENENCIA DE TRABAJO	ABSOLUTO	RELATIVO
TIENE	149	78,00
NO TIENE	42	22,00
TOTAL	191	100,00



En el cuadro No. 3 se ofrecen los resultados correspondientes al empleo. El dato más relevante a destacar es que el 22% de los jefes de hogar estaban desempleados al momento de hacerse la encuesta (octubre de 1999), dato que contrasta marcadamente con las cifras existentes tanto en el ámbito nacional como de la región Huetar Norte, según los estudios que cada año realizan las Encuestas de Hogares de Propósitos Múltiples y que son recogidos y refinados en los informes sobre Estado de la Nación. Para 1999 la tasa nacional de desempleo abierto fue del 6%, para la zona urbana fue de 6.2% y para la rural 5.8% (Encuesta de Hogares, julio 1999, cuadro No. 1, página 19; Estado de la Nación, 1999, p. 380), porcentajes bastante menores al encontrado en las comunidades estudiadas. Si se considerara el subempleo, la tasa nacional del subempleo invisible (personas que trabajan más de las 48 horas semanales, a menudo desempeñando varias tareas, pero cuyos ingresos las ubican por debajo de la línea de pobreza) fue del 8.2%, mientras el visible (personas que trabajan a tiempo parcial) fue del 3% (Estado de la Nación, 1999, Capítulo 3, Cuadro 3.11, p. 159), lo cual significa que la tasa de subutilización de la fuerza de trabajo para 1999 fue del 17.2%, que sigue siendo inferior al porcentaje de desocupación hallado en el

estudio. La población desocupada en julio de 1999 en la región Huetar Norte era del 3.8%.

Una queja frecuentemente escuchada en las comunidades estudiadas es la falta de fuentes de trabajo. Por otra parte, en el capítulo especial *Los Desafíos de la Región Huetar Norte* del informe Estado de la Nación de 1997 se expresaba este mismo diagnóstico y se agregaba que el modelo aplicado a la agricultura (exportaciones no tradicionales) de la región en las últimas dos décadas se estaba agotando, pues era incapaz de mantenerse en el largo plazo y de transformarse en un pivote para el desarrollo regional. En este mismo informe se especificaba que gran parte de los nuevos empleos generados por la agricultura de exportación no tradicional habían sido acaparados por inmigrantes nicaragüenses, frecuentemente indocumentados, que recibían bajos salarios por su trabajo. Si el dinamismo de la agricultura se estanca o disminuye es muy posible que el problema de la falta de fuentes de empleo se agrave en la región. La mayoría de los empleos agropecuarios, sobre todo en actividades con bajo o nulo valor agregado, son de baja calificación y mal pagados, situación que incide directamente en la pobreza.

El cuadro No. 4 presenta la estructura ocupacional encontrada en la investigación. Los asalariados constituían el 47% del total, seguidos por los trabajadores por cuenta propia (pequeños y medianos campesinos; dueños de pequeños comercios – bazares, cantinas, etc. – transportistas con vehículos de trabajos propios, etc.) con el 44.3%; el porcentaje de patronos fue del 5.4%.

CUADRO 4. ESTRUCTURA OCUPACIONAL

ESTRUCUTRA OCUPACIONAL	ABSOLUTO	RELATIVO
ASALARIADO	70	47.00
CUENTA PROPIA	66	44,30
PATRONO	8	5,40
OTRO	5	3,40
TOTAL	149 (*)	100,00

(*) Se incluyeron solamente a los jefes(as) de hogar con trabajo.

Esta estructura contrasta marcadamente con la prevaleciente en el ámbito nacional o en la región Central, donde la proporción de trabajadores es sustancialmente mayor (71% y 73.3%, respectivamente), mientras que el porcentaje de trabajadores por cuenta propia es menor (18% y 16.5%, respectivamente). Incluso el porcentaje de trabajadores por cuenta propia para el conjunto de la región Huetar Norte (19.9%) se aproxima al nacional y al de la región Central, siendo, por lo tanto, asimismo muy inferior al encontrado para las comunidades (Encuesta de Hogares de julio 1999).

La mayor parte de los jefes(as) de hogar trabajaban, como era de esperarse, en fincas 70.5%; el comercio y los servicios ocupaban al 14.1% (ver cuadro No. 5). Respecto al tipo de trabajo (ver cuadro 6), el 43.6% de los jefes de hogar trabajaban como peones; el 12.1% se ocupaban en actividades de comercio y servicios; el 10.1% eran obreros (fábricas, talleres, agroindustrias), mientras el 31.5% trabajaban en sus propios negocios

CUADRO 5. LUGAR DE TRABAJO DE LOS JEFES DE HOGAR

LUGAR TRABAJO	ABSOLUTO	RELATIVO
FINCA	105	70,50
COMERCIO Y SERVICIOS	21	14,10
CONSTRUCCIÓN	4	2,70
FÁBRICA	8	5,40
PÚBLICO	5	3,40
NS/NR	6	4,00
TOTAL	149 (*)	100.00

(*) Se incluyeron solamente a los jefes(as) de hogar con trabajo.

CUADRO 6. TIPO DE TRABAJO DE LOS JEFES DE HOGAR

TIPO DE TRABAJO	ABSOLUTO	RELATIVO
PEÓN	65	43,60
PROPIETARIO	47	31,50
COMERCIO Y SERVICIOS	18	12,10
OBRERO	15	10,10
PÚBLICO	4	2,70
TOTAL	149 (*)	100,00

(*) Se incluyeron solamente a los jefes(as) de hogar con trabajo.

CUADRO 7. LA POBREZA EN LOS HOGARES ESTUDIADOS

NIVEL POBREZA	ABSOLUTO	RELATIVO
HOGARES INDIGENTES	67	35,10
HOGARES POBRES	56	29,30
HOGARES NO POBRES	35	18,30
NS/NR	33	17,30
TOTAL	191	100,00

En el cuadro No. 7 se presentan los resultados sobre la situación de pobreza de las familias encuestadas. La gran mayoría de los hogares encuestados se hallaban en situación de pobreza: el 35.1% indigentes y el 29.3% pobres (lo cual quiere decir, en otras palabras, que el 64.4% de los hogares estaban bajo la línea de pobreza). Obviamente estos datos superan ampliamente los correspondientes para los ámbitos nacional, regional, urbano y rural arrojados por la Encuesta de Hogares de julio de 1999. En 1999 para Costa Rica los hogares indigentes fueron el 6.7% y los pobres el 20.6%; para la zona rural los porcentajes fueron 8.5% y 15% respectivamente, para un porcentaje total de hogares pobres del 23.5% en las zonas rurales (Estado de la Nación, 1999, capítulo 2, cuadro 2.4, p. 99; Anexo No. 2, cuadro 5). En la región Huetar Norte los hogares indigentes fueron el 8.5% y los pobres el 17.8%, para un total de hogares pobres del 26.3% (Estado de la Nación, 1999, capítulo 2, cuadro 2.5, p. 101).

Es posible, y a pesar de las medidas de control introducidas para contar con información fidedigna en esta variable tan importante, que muchas personas

brindaron datos que subestimaban sus ingresos reales, lo cual aumentaría el porcentaje de hogares en situación de pobreza. Como quiera que sea, pueden existir factores que expliquen los bajos ingresos (y por lo tanto la mayor incidencia de pobreza) en las comunidades estudiadas. En primer lugar, el nivel salarial en las labores agropecuarias es muy bajo (se trata, por lo general, de actividades poco especializadas que requieren una mano de obra poco calificada). Acerca de este particular, las Encuestas de Hogares de Propósitos Múltiples y los informes de Estado de la Nación de los últimos años muestran claramente como los niveles salariales de las zonas rurales, ligados sobre todo a los trabajos agropecuarios, son muy inferiores a los existentes en las zonas urbanas. Esta es una de las razones que pueden explicar la mayor incidencia de la pobreza en las zonas rurales de Costa Rica y en las regiones periféricas respecto de la región central (Estado de la Nación, 1999, capítulo 2, cuadro 2.5, p. 101; Estado de la Nación, 1998, Capítulo 2, cuadro 2.3, p. 72; Estado de la Nación, 1997, capítulo 2, gráficos 2.5 y 2.6, p. 87). Por eso la inestabilidad de los trabajos agropecuarios así como la presencia de un gran contingente empobrecido de inmigrantes dispuestos a trabajar bajo pésimas condiciones salariales y laborales (lo cual, por un lado vuelve fácilmente sustituible o reemplazable a la fuerza de trabajo y, por el otro, presiona hacia abajo los niveles salariales) ejercen una indudable influencia sobre los índices de pobreza. Los trabajadores rurales de la región estudiada pueden en cualquier momento "ser remplazados por otro trabajador interesado en el mismo puesto. Por esta razón *el ingreso resulta ser no sólo bajo, sino además inseguro. Sin trabajo estable no hay seguridad económica ni cobertura por la seguridad social*. Esta inseguridad económica y social se acrecientan cuando bajan las oportunidades de encontrar un trabajo asalariado" (Dierckxsens, 2000: 32. Las cursivas son nuestras). En segundo lugar, los bajos salarios forman parte de la estrategia de las empresas con el propósito de abaratar costos y aumentar tanto la competitividad como las ganancias (Altemburg y otros, 1990; Estado de la Nación, 1997). Se trata de lo que podría denominarse una competitividad espuria, porque se hace a costa de la calidad de vida de los trabajadores (y, asimismo, del medio ambiente) (Rodríguez, 2001). En tercer lugar, la alta presencia de inmigrantes

nicaragüenses indocumentados que trabajan por salarios sumamente bajos deprime aún más los ya de por sí bajos niveles salariales del campo, afectando a los trabajadores nacionales. Precisamente en la región donde se hayan asentadas las comunidades estudiadas hay una gran presencia de nicaragüenses, lo cual pudo ser comprobado tanto durante la realización del trabajo de campo como en las giras preparatorias. En cuarto lugar, y aunque no constituyó un tema de investigación del proyecto, sí puede aventurarse la hipótesis de que en las comunidades estudiadas existe una sobreoferta de mano de obra (tanto local como de inmigrantes) que deteriora los niveles salariales de las labores agrícolas, pecuarias y agroindustriales, contribuyendo de este modo al agravamiento de la pobreza. La situación anteriormente descrita afecta especialmente al 43.6% de peones agrícolas encontrados en el la encuesta (ver cuadro No. 6). Pero, en quinto lugar, también está la delicada situación de los pequeños productores que pueden haber disminuido sus ingresos y, en consecuencia, incrementado la pobreza en este importante sector social del agro (Román y Rojas, 1993). Si bien es verdad al momento de hacerse la recolección de los datos muchas de las familias entrevistadas fueron catalogadas como no pobres, también es cierto que estaban cerca de la línea de pobreza, y, dada su vulnerabilidad, en cualquier momento podían caer en una situación de pobreza, situación bastante generalizada para muchas familias rurales y urbanas costarricenses (Estado de la Nación, 1998, 1999, 2000; Sojo, 1997; Lungo, 1997).

CUADRO 8. VIVIENDAS EN CONDICIÓN DE HACINAMIENTO

SITUACIÓN DE LA VIVIENDA	ABSOLUTO	RELATIVO
VIVIENDAS NO HACINADAS	106	55,50
VIVIENDAS HACINADAS	85	44,50
TOTAL	191	100,00

Los resultados sobre la situación de hacinamiento en las viviendas se ofrecen en el cuadro No. 8, donde resalta el 44.5% de viviendas hacinadas. El hacinamiento en las viviendas no es una variable que pueda ser analizada con

independencia de otras variables tales como el desempleo y, quizás sobre todo, el ingreso. El hacinamiento es una condición social estrechamente vinculada a la pobreza. En este sentido, el alto porcentaje de hacinamiento hallado en las comunidades estudiadas se relaciona con la amplia extensión de la pobreza vista en el cuadro 7.

Según datos existentes en el ámbito nacional para el año 1997 en la zona rural existían 39.241 viviendas con hacinamiento sobre un total de 427 869 (Estado de la Nación, 1999: 391), lo cual significa que el porcentaje de viviendas hacinadas en las zonas rurales asciende al 9.2% (la metodología utilizada es la de hacinamiento por dormitorio, la misma aplicada en el presente estudio). Este porcentaje es muy inferior al encontrado en las comunidades investigadas.

CUADRO 9. TIPO DE SERVICIO SANITARIO

TIPO DE SERVICIO SANITARIO	ABSOLUTO	RELATIVO
CLOACA O TANQUE SÉPTICO	117	61,30
POZO NEGRO	74	38,70
TOTAL	191	100,00

El cuadro No. 9 presenta los tipos de servicio sanitario usados por las familias entrevistadas. La mayoría (61.3%) utilizaban cloaca o tanque séptico, pero un porcentaje bastante elevado (38.75%) solo disponían de pozo negro o letrina.

CUADRO 10. FORMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

FORMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	ABSOLUTO	RELATIVO
POZO	167	87,40
CAÑERÍA	22	11,50
OTRO	2	1,10
TOTAL	191	100,00

CUADRO 11. VIVIENDAS CON ENERGÍA ELECTRICA

ENERGÍA ELECTRICA	ABSOLUTO	RELATIVO
SI	179	93,70
NO	12	6,30
TOTAL	191	100,00

En el cuadro No 10 (que presenta la forma de abastecimiento de agua potable) se puede apreciar como, al momento de la encuesta, el 87.4% de las familias dependían de un pozo para abastecerse de agua; solo el 11.5% disponía de agua conducida por cañería. Estos datos presentan un problema potencial de salud pública, puesto que los pozos son más fáciles de ser contaminados, especialmente si se considera que, como se observó en el cuadro No. 9, casi el 40% de las familias contaban con pozo negro para evacuar las excretas

En el cuadro No. 11 se observa que la gran mayoría de las viviendas contaban con electricidad (93.7%), lo cual comprueba una vez más la extensión de este servicio por casi todo el territorio costarricense

Las formas de tratamiento de la basura (ver cuadro No 12) más frecuentemente empleadas por las familias fueron la quema (50.4%) y el entierro (36.7%) Fueron pocas familias que entregaban la basura al servicio privado (4.9%).

CUADRO 12. FORMAS DE TRATAMIENTO DE LA BASURA

FORMAS DE TRATAMIENTO DE LA BASURA	ABSOLUTO	RELATIVO
QUEMADA	114	50,40
ENTERRADA	83	36,70
MUNICIPIO O SERVICIO PRIVADO	11	4,90
OTRA	18	8,00
TOTAL	226 (*)	100,00

(*) El absoluto es mayor porque varias familias usaban dos o más formas de deshacerse de la basura

CUADRO 13. FORMAS DE TRATAR LAS AGUAS RESIDUALES

TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES	ABSOLUTO	RELATIVO
-------------------------------------	----------	----------

PATIO	121	63,30
TANQUE	27	14,10
RÍO	21	11,00
ALCANTARILLA	9	4,70
OTROS	13	6,80
TOTAL	191	100,00

Sobre la forma de tratar las aguas residuales puede observarse el cuadro No 13. La mayoría de estas aguas van a dar al patio de las viviendas (63.3%), a tanques (14.1%) o a los arroyos o ríos (11%). Aquí puede detectarse una fuente de contaminación de los ríos.

CUADRO 14. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DE LAS FINCAS

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DE LA FINCA	ABSOLUTO	RELATIVO
-------------------------------------	----------	----------

FRUTALES	23	19,20
RAICES Y TUBÉRCULOS	22	18,30
GANADERÍA DE LECHE	18	15,00
GRANOS BÁSICOS	14	11,70
GANADERÍA DE CARNE	13	10,80
OTROS	30 (*)	25,00
TOTAL	120 (**)	100,00

(*) Incluye caña de azúcar, plátano y otras

(**) Algunas fincas se dedicaban a varias actividades; por eso el total es mayor

El cuadro No. 14 presenta la información relacionada con las actividades productivas de las fincas. Se observa como las principales actividades fueron las frutales, principalmente naranjas y piñas, (19.2%); raíces y tubérculos (18.3%); la ganadería lechera (15%) y los granos básicos (10.8%). Estos datos señalan un cambio respecto a la situación imperante apenas dos décadas atrás, cuando la

ganadería, la caña de azúcar y los granos básicos eran las actividades productivas más importantes (aunque siguen teniendo relevancia dentro de la economía del lugar). Los cítricos y las raíces y tubérculos son dos de las actividades de mayor auge debido a la política de diversificación de exportaciones implementada en el agro sancarleño (y costarricense) a partir de principios de los años 1980. Al mismo tiempo, la ganadería lechera ha desplazado en importancia a la ganadería de carne, que predominaba ampliamente en el agro sancarleño, pero que viene perdiendo importancia, no sólo en términos estrictamente económicos sino también en cuanto al área ocupada. Según estudios disponibles para los años 1990, un tercio de las tierras que en el censo nacional de 1984 eran ocupadas por la ganadería extensiva de carne ahora estaban siendo dedicadas a otras actividades productivas (caña de azúcar, cítricos, raíces y tubérculos, producción lechera, arroz, etc.) (Estado de la Nación, 1997).

CUADRO 15. USO DE PLAGUICIDAS EN LAS FINCAS		
USO DE PLAGUICIDAS DE	ABSOLUTO	RELATIVO
PLAGUICIDAS EN LAS		
FINCAS		
SI USA	53	59,60
NO USA	23	25,80
NS/NR	13	14,60
TOTAL	89	100,00

Uno de los aspectos a los que se les dio más importancia en la investigación fue a la situación relacionada con los plaguicidas. El cuadro No. 21 muestra como en casi el 60% de las fincas se empleaban plaguicidas contra el 26% que no los utilizaban.

Por otro lado, el cuadro No. 16 brinda los resultados acerca del adiestramiento de los trabajadores en el uso de equipo protector durante la aplicación de los químicos. El 34.8% de los entrevistados respondió que no habían recibido adiestramiento alguno. Es probable que el resultado sea mayor, pues muchas personas no respondieron a esta pregunta. En todo caso, salta a la vista la

necesidad de que las personas del lugar reciban una buena información sobre la manera adecuada de aplicar los químicos.

CUADRO 16. ADIESTRAMIENTO EN EL MANEJO DE EQUIPO PROTECTOR

ADIESTRAMIENTO EN EL MANEJO DE EQUIPO PROTECTOR	ABSOLUTO	RELATIVO
NO	31	34,80
SI	12	13,50
NS/NR	46	51,70
TOTAL	89	100,00

En cuanto a las prácticas orgánicas (cuadro No. 17), solamente se utilizaban en el 24.7% de las fincas; por su parte, un porcentaje muy reducido de fincas (14.6%) aplicaba prácticas de conservación de suelos (ver cuadro No. 18), lo cual demuestra que en las fincas encuestadas siguen predominando usos que riñen con los criterios de sostenibilidad (mucho uso de agroquímicos) y todavía no están suficientemente generalizadas las técnicas orgánicas (abonos orgánicos, conservación o recuperación de suelos, control natural de plagas, etc.). Sin embargo, es de esperar que esta situación cambie a futuro debido al trabajo desarrollado por la Asociación de Productores de San Marcos de Cutrís (APROSAMA), cuyas actividades están encaminadas a la divulgación y aplicación de usos orgánicos en las actividades agrícolas y pecuarias.

CUADRO 17. PRÁCTICAS DE AGRICULTURA ORGÁNICA EN LAS FINCAS

PRACTICAS DE AGRICULTURA ORGÁNICA EN LAS FINCAS	ABSOLUTO	RELATIVO
NO	46	51,70
SI	22	24,70
NS/NR	21	23,60
TOTAL	89	100,00

**CUADRO 18. USO DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN
DE SUELOS EN LAS FINCAS**

FINCAS QUE USAN PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS	ABSOLUTO	RELATIVO
NO	52	58,40
SI	13	14,60
NS/NR	24	27,00
TOTAL	89	100,00

Una variable que se quiso investigar fue la de los diferentes usos que las familias le daban a los ríos (ver cuadro No. 19); la recreación fue el principal uso (43.4%), siguiendo de largo los usos agropecuarios (7.6%). El porcentaje de familias que no usaban los ríos fue el 23.7%. En las comunidades rurales los ríos no solo son importantes por la recreación sino que también constituyen importantes lugares de encuentro que facilitan y posibilitan su dinámica cultural. Estas importantes funciones de los ríos (recreación, lugar de encuentro comunal) frecuentemente no son consideradas cuando se estudian los problemas ambientales. En este sentido, la contaminación de los ríos por las labores productivas y humanas puede afectar tanto la salud de las personas como las funciones antes mencionadas.

CUADRO 19. USO DE LOS RÍOS EN LAS COMUNIDADES

USO DE LOS RÍOS	ABSOLUTO	RELATIVO
RECREACIÓN	86	43.40
AGROPECUARIO	15	7.60
OTRO	21	10.60
NO LO USA	47	23.70
NS/NR	29	14.70
TOTAL	198 (*)	100,00

(*) Algunas familias le daban más de un uso a los ríos

BIBLIOGRAFÍA

- Altemburg, T; Hein, W; Weller, J: *El desafío económico de Costa Rica. Desarrollo agroindustrial autocentrado como alternativa*. San José, Editorial DEI, 1990.
- Arias, Dagoberto y Rodríguez, Lucía: *Mapa de zonas bioclimáticas de la Región Huetar Norte de Costa Rica*. COSEFORMA/MINAE/GTZ, 1996.
- Dierckxsens, Wim: *Del Neoliberalismo al Poscapitalismo*. San José, Editorial DEI, 2000.
- Ilusiones y realidades sancarleñas (1996): *Historia del cantón de San Carlos* (Costa Rica): 1, 13-17.
- Lungo, Mario: *Política social y pobreza urbana en El Salvador y Costa Rica*. En: Menjivar, Rafael; Kruijt, Dirk; van Vucht Tijssen, Lieteke (Editores): *Pobreza, Exclusión y Política Social*. San José, FLACSO/UNESCO/Universidad de Utrecht, 1997, páginas 335-357.
- Molina, Jorge Rolando: *El proceso histórico-geográfico de la colonización agrícola en San Carlos, Costa Rica, 1850-1977*. Tesis. Universidad de Costa Rica, Escuela de Historia, San José, 1978.
- Oficina Nacional de Estadística y Censos: *Encuesta Nacional de Hogares 1999*.
- Proyecto Estado de la Nación: *Informes Estado de la Nación 1994, 1997, 1998, 1999*. San José, Proyecto Estado de la Nación.
- Rodríguez, Francisco: *Cosmovisión, Sociedad y Naturaleza. Elementos para analizar la crisis del medio ambiente*. Cartago, ITCR, Escuela de Ciencias y Letras, 2001.
- Román, Isabel y Rojas, Manuel: *Agricultura de exportación y pequeños productores en Costa Rica*. San José, FLACSO (Cuadernos de Ciencias Sociales No 61), 1993.
- Sojo, Carlos: *El caso de Costa Rica ¿Es nueva esta pobreza?* En: Menjivar, Rafael; Kruijt, Dirk; van Vucht Tijssen, Lieteke (Editores): *Pobreza, Exclusión y Política Social*. San José, FLACSO/UNESCO/Universidad de Utrecht, 1997, pp. 319-334.

CONTAMINACIÓN ACTUAL DE LA CUENCA DEL RÍO SAN CARLOS CON COLIFORMES FECALES Y TOTALES

Adolfo Chaves Campos
Zaire González
Jesús Mora Molina
Francisco Rodríguez Barrientos

JUSTIFICACIÓN

El agua es un elemento indispensable para la vida de todo ser vivo. El ser humano la utiliza para higiene, para beber y preparar alimentos, riego, recreación, acuicultura y otros. El agua puede contaminarse con una diversidad de microorganismos (bacterias, virus, parásitos y otros) dentro de las cuales algunos son *patógenos* por naturaleza y otros son *oportunistas* (Mora y Cano, 1997). Las excretas humanas (heces y orina) y de animales de sangre caliente constituyen el vehículo más importante para la transmisión de más de 50 enfermedades infecciosas, algunas de las cuales se encuentran dentro de las principales causas de deterioro físico y muerte prematura en países en desarrollo, en los cuales prevalecen condiciones de pobreza y desnutrición asociados con malas prácticas higiénicas. En los países desarrollados las enfermedades infecciosas transmitidas a través del agua han virtualmente desaparecido. Esto ha dado paso a que los efectos de la calidad del agua en la salud pública se deba más que todo a la presencia de concentraciones de compuestos químicos y tóxicos, tales como hidrocarburos clorados, fertilizantes, pesticidas y concentraciones anormales de compuestos químicos naturales del agua (Calvo, 1999).

Según fuentes de las Naciones Unidas, en octubre de 1999 nació el habitante número 6.000 millones y para el año 2050 la población del planeta será de 9.400 millones de habitantes (citado en Jiménez, 1999). La explotación descontrolada es una amenaza constante para los recursos renovables del mundo, principalmente el agua, la flora, los bosques y los suelos (PNUNMA, 2000). A medida que

aumente la población mundial se irán, simultáneamente, incrementando las necesidades humanas básicas (alimentación, agua, vestido, vivienda) que deben satisfacerse, en un planeta que pierde aceleradamente los recursos naturales o donde éstos son seriamente contaminados o deteriorados (caso del agua) (PNUMA, 2000; Postel, 2000). El Programa ambiental de la organización de las Naciones Unidas (UNEP, por sus siglas en inglés), en su informe Geo-2000 señala que la degradación de las fuentes básicas para la subsistencia de una tercera parte de la población mundial reduce los niveles de vida, e indica que si los patrones de consumo actuales se mantienen, para el año 2050 dos de cada tres habitantes no tendrán acceso al agua potable (citado en Jiménez, 1999). Naturalmente, el problema del agua no solo reside en su actual o futura escasez, sino también en su contaminación. De hecho, se estima que alrededor de cinco millones de personas mueren anualmente en el mundo a causa de problemas sanitarios relacionados con la contaminación del agua (Carvajal, 2001).

Muchos países asiáticos y africanos se dedican crecientemente a importar alimentos porque ya no disponen del agua suficiente para producirlos, lo cual implica la dependencia externa para satisfacer las necesidades alimenticias de la población local (Postel, 2000). Los usos agrícolas del agua compiten de manera creciente en el mundo con la industria y las poblaciones (Ander-Egg, 1985; Antón, 1999; Shiva, 1995), situación que se experimenta también en Costa Rica, en donde estos conflictos por el agua se agudizarán, sobre todo a medida que la contaminación de las aguas superficiales obligue a las empresas agropecuarias a recurrir a los acuíferos o que el desarrollo de grandes proyectos turísticos compita por el agua con las comunidades que habitan en las regiones costeras (Astorga y otros, 2000; Estado de la Nación, 1999). Son varios los autores que vaticinan que las guerras del futuro se librarán sobre todo por problemas relacionados con el acceso y uso de los recursos hídricos (Antón, 1999; Postel, 2000).

En Costa Rica, los problemas de la escasez y contaminación del agua se agravan cada día. Las aguas superficiales y la de los acuíferos están siendo contaminadas por las actividades productivas (agrícolas, pecuarias, agroindustriales, mineras e industriales) y por el desordenado crecimiento urbano,

situación que propicia el que la mayor parte de las aguas negras sean descargadas sobre los cuerpos de agua sin tratamiento alguno (Astorga y otros, 2000); por otro lado, los alcantarillados existentes en las principales ciudades de Costa Rica están obsoletos y más bien ayudan a incrementar la contaminación fecal de las aguas (Astorga y otros, 2000). Una de las principales fuentes contaminantes de las aguas lo constituyen los residuos de los plaguicidas utilizados en la agricultura, especialmente los aplicados en las actividades con fines de exportación (banano, café, plantas ornamentales) (Astorga y otros, 2000); la contaminación por plaguicidas y otros residuos agrícolas e industriales así como por los desechos domésticos (sobre todo de las aguas negras) afecta a las principales cuencas hidrográficas costarricenses (Astorga y otros, 2000; Estado de la Nación, 1999).

Si bien es verdad se han realizado estudios para determinar los niveles de contaminación en las principales cuencas del país, son prácticamente inexistentes las investigaciones efectuadas en la cuenca del río San Carlos (Estado de la Nación, 1997), una de las más importantes del país, donde se desarrollan actividades económicas con fines de exportación que suelen utilizar gran cantidad de plaguicidas y fertilizantes químicos y donde se concentra el mayor núcleo demográfico de la región Huetar Norte, cuyas comunidades no cuentan con medios eficientes para el tratamiento de las aguas negras y otros desechos domésticos, factor que contribuye a la contaminación de las aguas de esta cuenca. La calidad del agua constituye también en esta región un problema de salud pública – con fuertes repercusiones económicas y sociales – de primera importancia. De aquí la necesidad imperiosa de estudiar sus niveles de contaminación y las actividades humanas que la producen.

Por lo anterior es que la Escuela de Ciencias y Letras del ITCR está implementando un Programa interdisciplinario de investigación en la cuenca del río San Carlos, cuyos resultados deben generar actividades destinadas a elegir los mecanismos de todo tipo (institucionales, tecnológicos, incentivos económicos y otros) que permitan alcanzar metas que provean una mejor calidad del recurso hídrico. Por otro lado, la docencia no es solo para educar a los universitarios,

sino también a la comunidad, en busca de alternativas que propicien el desarrollo sostenible; esto implica nuevas posibilidades de consumo, tecnologías de explotación agrícola, así como de planificación y organización de los asentamientos humanos y de las plantas productivas, ya que la zona donde se lleva a cabo el programa mencionado cuenta con un importante desarrollo agroindustrial - como lecherías, porquerizas, aserraderos, empacadoras, plantas procesadoras, ingenios y otros - que, junto a otras causas, puede estar contaminando los ríos.

METODOLOGÍA

Las normas o criterios microbiológicos del agua para beber, riego, recreación y acuicultura varía de país a país, pero se muestran las vigentes en Costa Rica (Cuadros 1, 2,3) (Mora y Cano, 1997).

Cuadro 1
Criterios microbiológicos para aguas dulces utilizadas para la recreación

indicador	contacto primario (natación)	contacto secundario (navegación)	contacto terciario (paisajista)
coliformes fecales (NMP/100ML)	500	5000	10.000

Cuadro 2
Criterios microbiológicos para aguas de riego

tipo de cultivo	coliformes fecales (NMP/100ML)
se consumen crudos (legumbres)	200
campos de deporte, parques públicos	1000
árboles frutales	1000

Cuadro 3
Criterios microbiológicos para acuicultura

indicador	Piscicultura	cultivo de camarones)	cultivo de almejas
coliformes fecales (NMP/100ML)	1000	100	4

Los valores microbiológicos de las normas de calidad de agua y fuentes de aguas potables dictadas por la organización Mundial de la Salud (OMS) se presentan en el cuadro 4 (tomadas de Calvo, 1999).

Cuadro 4
Valores microbiológicos de las normas de calidad del agua

Parámetro	Unidad	Valores normativos
Coliformes totales	NMP/100ML	Cero
Coliformes fecales	NMP/100ML	Cero

Para evaluar la calidad del agua de una manera práctica se ha establecido universalmente el uso de organismos indicadores. Los indicadores fecales es uno de los más importantes para evaluar la calidad del agua debido a que la mayoría de las enfermedades hídricas son gastrointestinales, causadas por beber agua contaminada con excretas de humanos y animales enfermos. Las bacterias del "grupo coliforme" se consideran los principales indicadores de contaminación fecal. Son bacilos *gram* negativo que pueden crecer en presencia de sales biliares u otros agentes tensioactivos, y fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 35-37°C en 24-48 horas. La mayoría de especies pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae*, principalmente representados por los géneros tradicionales: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter*. Para su mejor interpretación, los coliformes se identifican en coliformes totales (grupo coliforme), coliformes fecales o "*termo resistentes*" que se definen como el grupo de organismos coliformes que fermentan la lactosa a 44-45 °C en 24-48 horas, y *Escherichia coli* que es el

coliforme fecal más preciso y de mayor aceptación como indicador de contaminación fecal.

Para la determinación de agentes bacterianos en agua se utilizan los métodos de Fermentación de Tubos múltiples (conocido como número Más Probable) (NMP) y el método por membrana (FM). Ambos son confiables y se aplican dependiendo del origen y características del agua. Los medios de cultivo a utilizar dependen de las características bioquímicas de cada organismo o grupo (Mora y Cano, 1997). (En este proyecto la técnica usada es la de NMP - Número Más Probable - del Standard Methods for the examination of water and wastewater 18th Ed. 1992. PAHA-AWWA-WPCF).

Las tomas de muestras se hicieron en el cause principal del río San Carlos entre el 21 de julio de 1999 y el 29 de marzo del 2000, cubriendo tanto la temporada lluviosa como la de verano. Los puntos de donde se tomaron las muestras se ubicaban en los primeros 500 metros posteriores a la desembocadura de cada uno de los cauces secundarios. Las muestras se trasladaban en recipiente isotérmico a los laboratorios del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional de San Carlos, donde eran analizados antes de transcurrir 24 horas. Las tomas de muestras se han venido repitiendo desde entonces con el objeto de dar mayor validación a los datos; estos nuevos resultados serán dados a conocer en otros artículos.

RESULTADOS

El Programa de investigación en la cuenca se divide en cuatro subproyectos: estudios biológicos, estudios físico-químicos, caracterización socioeconómica y estudios microbiológicos; siendo éstos últimos los de mayor impacto para esclarecer el grado de contaminación. En cada uno de los puntos seleccionados se tomaron muestras para el análisis microbiológico de coliformes totales y coliformes fecales (en el cuadro 5 se presenta la información sobre coliformes totales y coliformes fecales; y en el grafico 1 se muestra el comportamiento

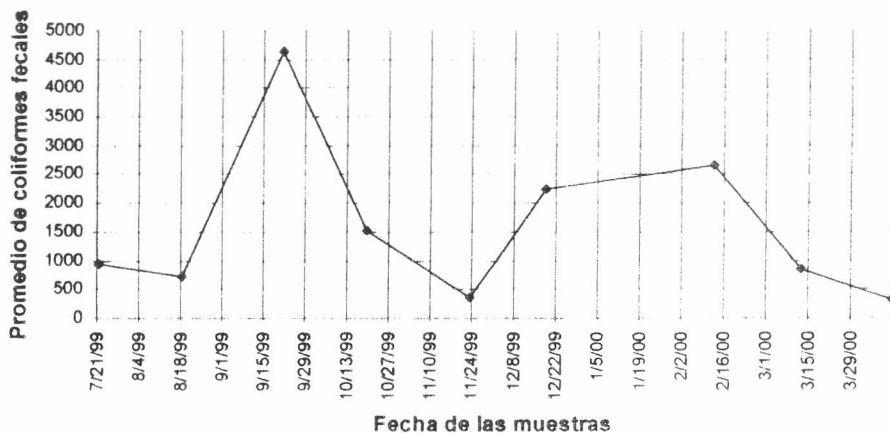
promedio de coliformes fecales encontrados en las muestras, según su fecha de estudio).

Cuadro 5
Promedio de Coliformes totales y fecales
en las muestras de Julio de 1999 hasta abril de 2000

Nombre del Río	Coliformes Totales NMP/100ML	Coliformes fecales NMP/100ML
Javillos	7284	1813
Peje Viejo	12013	1509
Platanar	143156	2342
San Rafael	29633	1494
Kooper	593178	1689
Peñas Blancas	142529	1101
Arenal	130444	749
Quebrada Wilson	25818	1460
Quebrada Providencia	35484	928
Caño Buenos Aires	26656	1724
Quebrada Rueda	60133	1707
Caño Paraíso	32073	1381
Tres Amigos	18678	1287

Grafico 1

Comportamiento promedio de las coliformes fecales encontradas en las muestras, según su fecha de estudio



Como puede apreciarse, de los datos de criterios microbiológicos para aguas dulces utilizadas para la recreación (ver cuadro 1) comparados con los datos de la investigación (ver cuadro 5), se encontró lo siguiente:

- En cuanto a las aguas de contacto primario (natación), ninguno de los ríos y quebradas son aptos para tal actividad, ya que los criterios establecen 500 coliformes fecales NMP/100ML y los datos encontrados muestran cantidades mayores a ésta.
- Las aguas de contacto secundario (navegación) son aptas, los criterios establecen 5000 coliformes fecales NMP/100ML y todos los datos obtenidos están por debajo de esa cifra.
- De las aguas de contacto terciario (paisajista), solamente el río Arenal y la quebrada Providencia son aptos por estar debajo de los criterios establecidos (1000 coliformes fecales NMP/100ML).

De los criterios microbiológicos para aguas de riego (ver cuadro 2), se obtuvo lo siguiente:

- a Las aguas de riego para cultivos que se consumen crudos (legumbres) no cumplen con el criterio de 200 coliformes fecales NMP/100ML, lo cual nos indica que ninguna de las aguas investigadas son aptas para el riego, pues los coliformes fecales hallados superaron por mucho tal criterio.
- b En cuanto a las aguas para riego de campos de deportes, parques públicos, árboles frutales, al igual que los datos mencionados en aguas de contacto terciario, solo las aguas del río Arenal y la quebrada Providencia son aptas para dichas actividades.
- c Lo mismo que se expresó para las aguas de riego es aplicable para los criterios microbiológicos de aguas para acuicultura (ver cuadro 3).

En el grafico 1 "*comportamiento promedio de los coliformes fecales encontradas en las muestras, según su fecha de estudio*" puede verse como en los meses julio-agosto el número de bacterias coliformes fecales por cada 100 mililitros de agua oscila entre 952 y 720, luego, en el mes de septiembre, hay un gran incremento a 4633, lo cual se puede explicar por el aumento en la precipitación de la estación lluviosa, que influye en el aumento del nivel freático, lo que, a su vez, puede provocar mayores arrastres de sustancias contaminantes provenientes de establecimientos agroindustriales, como lecherías, porquerizas, aserraderos, ingenios azucareros, cloacas, animales muertos y sus excretas. En los siguientes meses - de octubre a enero - el número de bacterias coliformes fecales se mantiene en promedio alta, para luego bajar en los meses de verano (febrero a marzo), debido a que las aguas de los ríos se reducen y, en consecuencia, arrastran menos contaminantes.

Los datos anteriores son de 9 meses de muestreo, lo cual implica que aun se necesitan más datos para hacer una interpretación más exacta, cosa que se pretende lograr a medida que avance la investigación.

Como conclusiones del estudio parcial hasta ahora realizado se obtiene que:

1. Todas las aguas de los ríos y quebradas estudiadas de la cuenca del río San Carlos están, en menor o mayor grado, contaminadas con coliformes totales y fecales.
2. Dichas aguas no son aptas para la natación, riego y, con la excepción del río Arenal y la quebrada Providencia, tampoco para actividades paisajistas.

Como recomendaciones se sugieren las siguientes:

1. Mantener a la población informada del avance del programa y educarla acerca del peligro que significa en el corto y el largo plazo el tener una cuenca tan contaminada por coliformes totales y fecales.
2. Formular junto con las distintas fuerzas de la sociedad civil sancarleña, la Municipalidad local, instituciones públicas presentes o no en la región (como Acueductos y Alcantarillados, Ministerio de Salud, el MINAE) y organizaciones internacionales un programa de recuperación de la cuenca.
3. Extender los alcances del proyecto al ámbito externo (pues la cuenca del San Carlos pertenece a la cuenca del río San Juan) con el objetivo de incentivar la implementación de las medidas necesarias para proteger los recursos naturales, especialmente de los hídricos.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, C; Picado, J; Rodríguez, R; Vélez, R: *Análisis físico, químico y microbiológico del agua para consumo humano de Ciudad Quesada*, Santa Clara, ITCR, Escuela Ciencias y Letras, 1997.
- Ander-Egg, Ezequiel: *El Desafío Ecológico*. San José, EUNED, 1985.
- Antón, Danilo: *Diversidad, Globalización y la sabiduría de la Naturaleza*. Montevideo, CIID/Piriguazú Ediciones, 1999.
- Astorga, Allan y otros: *Proyecto de Sistemas Integrados de Gestión y Calidad Ambiental. Componente Costa Rica*. San José, FUDEU, 2000.
- Blanco, M; Guerrero, H, Rodríguez, R: *Análisis físico, químico y microbiológico y de fauna bentónica, Río Peje*. Santa Clara, ITCR, Escuela de Ciencias y Letras, 1996.

- Cabo, Ramón y otros: *Bacteriología y potabilidad del agua*. Madrid, Editorial Blume, 1972.
- Calvo, J: *Principios de Hidrología Forestal Tropical*. Cartago, Escuela de Ingeniería Forestal (Serie de Apoyo Académico No 23), ITCR, 1999.
- Carvajal, Erick: *El agua está en crisis*. En: Suplemento Galería, La Nación, 13 de mayo del 2001, páginas 1 B y 4 B.
- Conferencia de las Naciones Unidas para el Ambiente y el Desarrollo: *Protección y Suministro de Agua*. PNUMA, 1992.
- Coto, J., y Solís, J: *Caracterización de las aguas del Río Segundo, Costa Rica*. Heredia, Universidad Nacional. Departamento de Química, Costa Rica, 1992.
- Jiménez, A: *Rumbo al colapso*. En: Revista Dominical de La Nación, 27 de octubre de 1999, páginas 6-10.
- Mora, D.; Cano, F (Editores): *XI Congreso Centroamericano y V Nacional de microbiología y III Congreso del Colegio de Farmacéuticos y Químicos de Guatemala. Memoria de Labores*. Ciudad de Guatemala, 1997.
- PNUMA: *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial*. Madrid, Ediciones MUNDI-PRENSA, 2000.
- Postel, Sandra: *Reinvención de la agricultura de regadío*. En: Worldwatch Institute: *La situación del mundo 2000*. Barcelona, Icaria Editorial, 2000, páginas 79-110.
- Proyecto Estado de la Nación: *Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 1997 y 1999*. San José, Proyecto Estado de la Nación.
- *Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales*. San José, La Gaceta No 117, 19 de junio de 1997.
- VI Congreso Nacional de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental: *Memoria Técnica*. San José, 1998.
- Shiva, Vandana: *Abrazar la vida. Mujer, ecología y desarrollo*. Madrid, horas y HORAS Editorial, 1995.
- Vega, A. *Análisis de la contaminación orgánica de los Ríos Torres y María Aguilar*. Tesis. San José, Universidad de Costa Rica, 1976.

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA CUENCA DEL RÍO SAN CARLOS

**Adolfo Chaves Campos.
Eida Solís Esquivel.
Jesús Mora Molina
Francisco Rodríguez Barrientos.**

INTRODUCCIÓN

Existe más de un centenar de cuencas de regular tamaño en Costa Rica, pero se considera que las realmente importantes alcanzan el número de 34 (Flores, 1992), siendo las cuatro más grandes individualmente la del Río Grande de Térraba (5.077 km²), la del Río Tempisque (3.405 km²), la de los Ríos Reventazón-Parismina (2.950 km²) y la del Río San Carlos (2.646 km²). En realidad, la cuenca más grande en su totalidad es la del Río San Juan, que se comparte con el vecino país de Nicaragua. Del lado costarricense, las cuencas de los Ríos Frío, San Carlos, Cureña, Zapote, Sarapiquí, Chirripó, Poco Sol y otros, alimentan al Río San Juan y constituyen una de las mayores riquezas de la Región Huetar Norte (Estado de la Nación, 1997). En particular, la cuenca del Río San Carlos es la más grande de este sistema hidrológico y se considera un activo natural sobre el que descansan muchas de las oportunidades para el desarrollo que despunta en el futuro regional. La cuenca de este río se ubica principalmente en el Cantón de San Carlos, Provincia de Alajuela, con sus nacientes ubicadas en las estribaciones más occidentales del Área de Conservación Cordillera Volcánica Central, y en la Cordillera de Tilarán.

En el último medio siglo la deforestación, la actividad agrícola y agroindustrial así como los asentamientos humanos han experimentado un vertiginoso crecimiento en esta región del trópico húmedo costarricense, y cada uno de los factores señalados constituyen diferentes fuentes de contaminación en cuenca hidrográfica del río San Carlos.

Desde julio de 1998 un equipo de funcionarios del Instituto Tecnológico de Costa Rica realizan estudios con el fin de contribuir en la elaboración de un plan de manejo de esta importante cuenca. En este artículo se presentan y analizan las variables fisicoquímicas estudiadas.

METODOLOGÍA

El trabajo se llevó a cabo en el cauce principal del Río San Carlos desde la desembocadura del Río La Balsa hasta los primeros 500 metros después de la desembocadura del Río Tres Amigos.

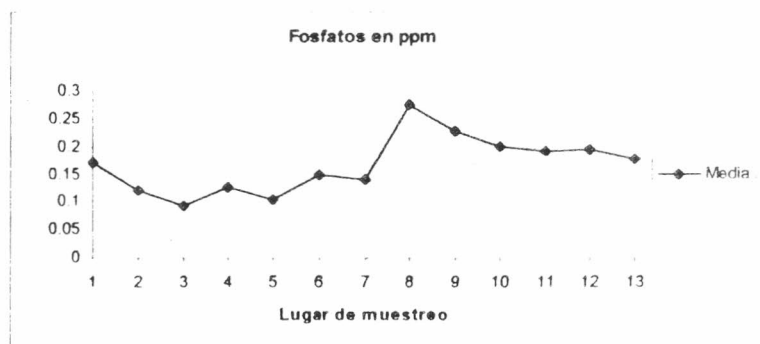
Para la recolección de muestras se ubicaron puntos en el cauce principal en los primeros 500 metros de la desembocadura de cada uno de los cauces secundarios donde se tomaron muestras cada mes durante un periodo de dos años (desde agosto de 1998 hasta julio del año 2000). Las muestras fueron trasladadas a los laboratorios del Instituto Tecnológico de Costa Rica, en Santa Clara de San Carlos, para ser analizadas en las veinticuatro horas siguientes.

Los parámetros determinados son: temperatura, oxígeno disuelto, pH, fosfatos, nitritos y nitratos. Para los análisis de fósforo, nitrato, y nitritos, se utilizó un colorímetro spectronic 20, según las técnicas descritas por la AOAC, (AOAC,1980) . En la determinación del oxígeno disuelto se utilizó un electrodo conectado a la calculadora TI -92. Las determinaciones de pH se realizaron con peachímetro Cole-Palmer modelo5985-80. Para la numeración y denominación de los sitios de muestreo se utilizó el nombre del afluente que se encontraba más cercano aguas arriba del lugar donde se colectaban las muestras. Se numeraron en el siguiente orden:

JAVILLOS	1
PEJEVIEJO I	2
PLATANAR	3
S. RAFAEL	4
KOOPER	5
PEÑAS BLANCAS	6
ARENAL	7
WILSON	8
RUEDA	9
PARAISO	10
PROVIDENCIA	11
BUENOS AIRES	12
TRES AMIGOS	13

RESULTADOS

Fosfatos



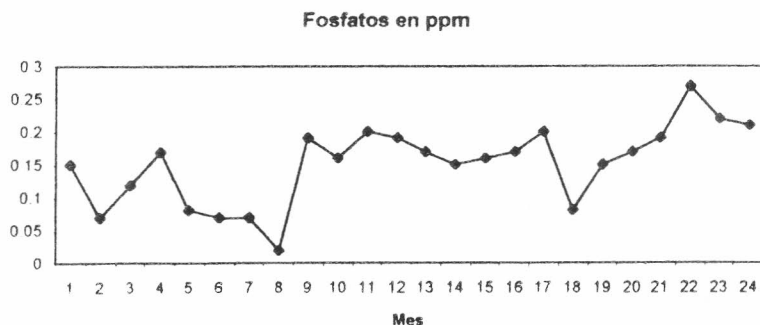
Los datos encontrados confirman una importante concentración de fosfatos que se incrementa conforme avanza el curso del río, lo que indica que las aguas que ingresan tienen una concentración cada vez mayor, alcanzando su punto máximo en las proximidades de la quebrada Wilson. La explicación a este comportamiento es simple, pues en este trayecto desaguan los ríos que recogen las aguas provenientes de Ciudad Quesada, además la mayor parte de la actividad

agroindustrial de la zona, como son ingenios, plantas de productos lácteos y procesadoras de frutas se encuentran ubicadas en esta parte de la cuenca.

Con el fin de que se pueda establecer algún tipo de comparación es importante señalar que a las 0.3 ppm se alcanza el nivel máximo permisible para fosfatos en este medio, lo que debería alertarnos sobre posibles efectos nocivos en este ecosistema si tomamos en cuenta que pocas decenas de kilómetros aguas arriba, al hacer este mismo análisis en el Río Peñas Blancas, dentro de la Reserva Monte Verde, los niveles de fosfatos no son detectables si utilizamos el mismo método de medición que en el presente trabajo. Es probable que al igual que este importante afluente la mayor parte de las aguas sean contaminadas en un pequeño trayecto como producto de la actividad humana. Debe además señalarse que para fuentes prístinas de agua la concentración de fosfatos debería ser inferior a 0.01 ppm.

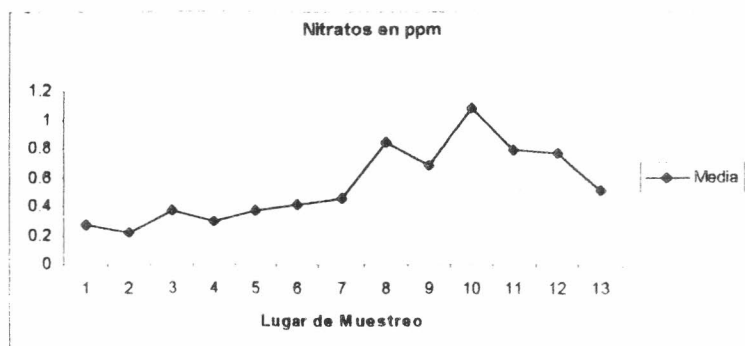
Dado que en el gráfico anterior se observan los promedios obtenidos después de dos años de mediciones en cada uno de los puntos de muestreo, lo cual nos ubica geográficamente respecto de las fuentes de contaminación, es importante observar como varía la afluencia de fosfatos respecto al tiempo en que se realizó el estudio.

Fosfatos respecto al tiempo



El estudio, como ya se señaló, inicia en agosto de 1998, que será en este caso el mes uno; se observa como los niveles más bajos medidos corresponden a los meses de enero, febrero, marzo y abril, que son los de menor precipitación pluvial en el área de estudio, lo que nos indica que la concentración de fosfatos aumenta en el periodo lluvioso, y no se diluyen como podría esperarse al aumentar el volumen de agua, sino que más bien se produce un mayor arrastre de los contaminantes.

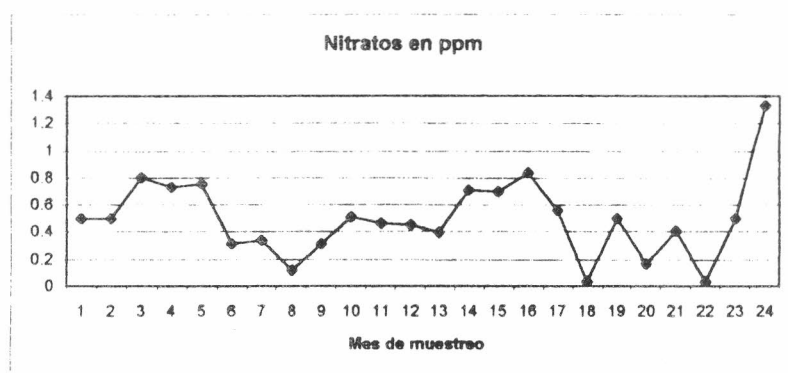
Nitratos



El nitrógeno y el fósforo son las principales causas de eutroficación de los ecosistemas acuáticos, y las fuentes de ambos contaminantes son muy difusas pero similares; es posible que para este caso, los desechos domésticos, la actividad agroindustrial y los fertilizantes agrícolas contribuyan significativamente en los altos valores observados, que en el caso del nitrógeno en aguas prístinas debería ser inferior a las 0.2 ppm.

Si se compara el comportamiento del nitrógeno con el fósforo a lo largo del cause principal se puede notar que es similar, ya que conforme avanzamos aguas abajo la contaminación es mayor lo cual, como ya se indicara, se debe probablemente a que esta es el área más poblada y de mayor actividad agrícola y agroindustrial. En estudios posteriores será importante separar el aporte de cada una de estas importantes fuentes de contaminación.

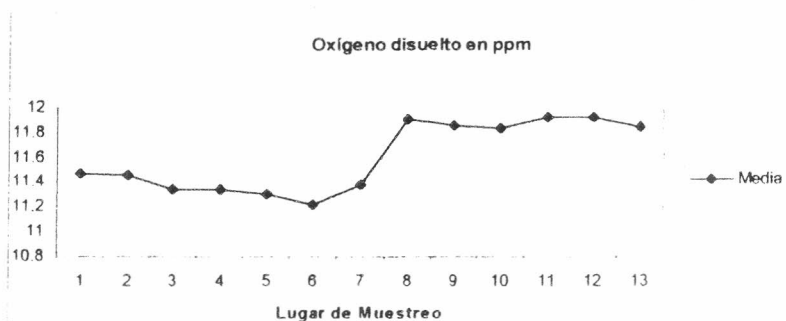
En el siguiente gráfico se muestra el comportamiento de los nitratos respecto del tiempo en que se realiza el estudio; nótese que al igual que en el caso de los fosfatos, se dan importantes incrementos en la concentración de este parámetro en los meses más lluviosos del año.



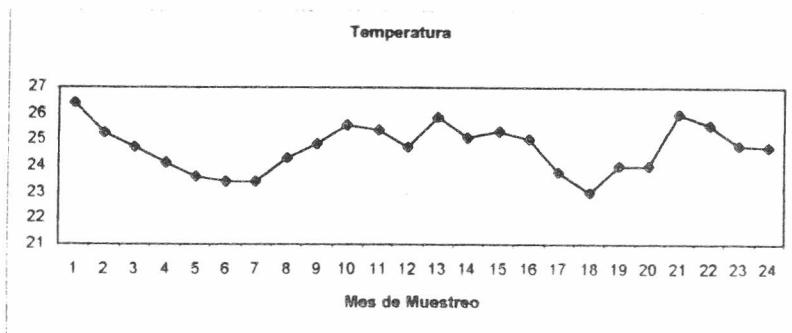
Es posible según esta información que los contaminantes permanezcan en depósitos de aguas de desecho, tales como tanques sépticos, plantas de tratamiento o simplemente acumulados en el suelo, y al aumentar la escorrentía en los meses lluviosos del año los materiales sean arrastrados desde distintos puntos de la cuenca hacia el cauce principal.

Al inicio del estudio se realizaron mediciones para determinar la concentración de nitritos; sin embargo, al ser las concentraciones inferiores a 0.1 ppm fue imposible medirlas con los instrumentos disponibles para el estudio, además se puede concluir que la concentración de nitritos en este río no alcanza niveles importantes desde el punto de vista ambiental, lo anterior probablemente se deba a que, como veremos en el siguiente gráfico, las concentraciones de oxígeno son suficientes para que el nitrógeno se encuentre principalmente en forma de nitratos.

Oxígeno disuelto (OD)

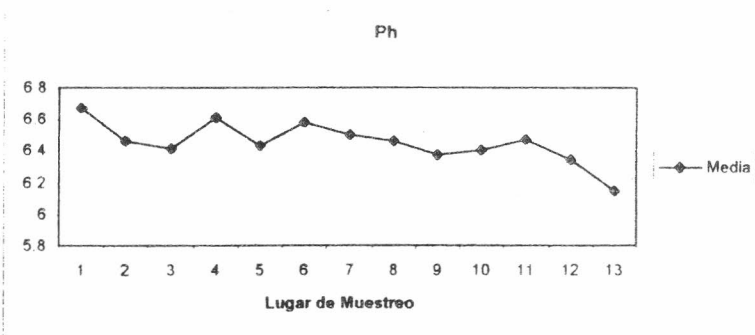


Los valores encontrados para el oxígeno disuelto indican que las aguas tienen suficiente concentración de éste elemento como para que los procesos químicos, y biológicos ocurran sin impactos negativos para la vida acuática; lo anterior probablemente se deba a que el cauce es poco profundo y a la gran cantidad de rápidos que permiten una oxigenación permanente del agua. El oxígeno, al igual que las demás variables químicas, fue medido a una profundidad de 20 cm; sin embargo sería recomendable en estudios posteriores realizar mediciones a diferentes profundidades y, sobre todo, en el área de contacto entre los sedimentos y la columna de agua, donde ocurren en mayor escala procesos de oxidación de los residuos orgánicos. Además se sabe que dada la actividad de los organismos fotosintéticos, los cuales consumen oxígeno en ausencia de luz, sería importante realizar mediciones en horas de la noche. La concentración de oxígeno también depende de la temperatura, por lo anterior se muestra a continuación el gráfico de los promedios de temperatura a las cuales se realizaron las mediciones.



Los valores de temperatura reportados en cada uno de los casos fueron medidos en el agua al momento de coleccionar las muestras

pH



Los promedios de pH medidos nos muestran una ligera tendencia a disminuir conforme avanzamos aguas abajo en el cauce del río, lo que coincide con el comportamiento de los fosfatos y nitratos. Se observa que el ingreso de contaminantes al cauce principal acidifica las aguas, lo que puede darse como consecuencia de la descomposición de la materia orgánica, la disolución de

algunos ácidos húmicos presentes en el suelo o el vertido directo de sustancias ácidas en las aguas de la cuenca

CONCLUSIONES

- La actividad agrícola, los desechos urbanos y la actividad agroindustrial, generan concentraciones altas de fosfatos, nitratos y bajan el pH de las aguas del Río San Carlos
- Conforme se avanza aguas abajo en el cauce principal del río, hasta la desembocadura del Río Tres Amigos, aumentan los niveles de contaminación, producto de las descargas, cada vez mayores de contaminantes, en este sector de la cuenca, dada la mayor concentración de actividades humanas y el inadecuado tratamiento de los desechos.
- En los meses de mayor precipitación pluvial, aumenta la concentración de contaminantes en el cauce principal del río, lo anterior indica que los procesos estacionales no favorecen la limpieza natural del cauce principal, sino más bien se produce un mayor arrastre de materiales que no han sido debidamente tratados o que son vertidos sin tratamiento alguno a las aguas de la cuenca

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1980
- Acosta, C., Picado, J., Rodríguez, R. y Velez, R. 1997. *Análisis físico, químico y microbiológico del agua para el consumo humano de Ciudad Quesada*. Santa Clara, San Carlos. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos. Escuela de Ciencias y Letras. s.p.
- Flores, E. 1992. *Geografía de Costa Rica*. San José. Editorial de la Universidad Estatal a Distancia. 369 p.
- Fournier, L. 1993. *Recursos Naturales*. San José. Editorial Universidad Estatal a Distancia. 388 p.

- GTZ/COSEFORMA. 1996. *Inventario Forestal de la Zona Norte, 1993*. Ciudad Quesada, Alajuela. s.p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSO. 2001. *Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples. Julio 2000*. San José. s.p.
- Mata, A. y Blanco, O. 1994. *La cuenca del Golfo de Nicoya: un reto al desarrollo sostenible*. San José. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 268 p.
- Quesada Mateo, Carlos (Editor) 1990. *Estrategia de Conservación para el Desarrollo Sostenible de Costa Rica. (ECODES)*. MINAE. San José.
- Proyecto Estado de la Nación. 1997. *Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. N° 4*. Proyecto Estado de la Nación, San José. 354 p.
- Rodríguez, N. 1996. *Determinación de la erosión hídrica y la pérdida de nutrientes utilizando lotes de escorrentía en la Región Huetar Norte de Costa Rica*. Informe Final. Santa Clara, San Carlos. Departamento de Agronomía. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos. 68 p.
- WORLD RESOURCES INSTITUTE. (PAGE). *Freshwater Systems*. East Lansing, Michigan. (<http://www.wri.org/org/>)

ESTUDIO FISICOQUÍMICO DE LOS AFLUENTES DEL RÍO SAN CARLOS

**Adolfo Chaves Campos
Fredy Araya Rodríguez**

INTRODUCCIÓN

El Río San Carlos se encuentra en la zona norte de Costa Rica y es el principal afluente del Río San Juan, el cual conforma una de las masas de agua más importantes de Centroamérica (Estado de la Región, 1999).

La cuenca del Río San Carlos es la quinta más grande de Costa Rica y en su recorrido arrastra una buena cantidad de contaminantes producto de la actividad antropogénica, principalmente los desechos urbanos de Ciudad Quesada, que es el centro de población mayor, así como los residuos de fertilizantes y plaguicidas de la actividad agrícola de la cuenca y los de la actividad agroindustrial.

Desde agosto de 1998 hasta julio de 1999 se realizaron estudios fisicoquímicos en el cauce principal del Río San Carlos, en los cuales se observó una importante contaminación con fosfatos y nitratos a todo lo largo del Río, principalmente en los meses más lluviosos del año.

A partir de agosto del 2000 hasta julio del 2001 se realizó un estudio en los principales afluentes con el fin de determinar las áreas de donde provienen la mayor parte de los contaminantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en los afluentes principales del Río San Carlos desde el Río La Balsa hasta el Río Tres Amigos. Para la recolección de muestras se ubicaron puntos en los cauces secundarios, aproximadamente un kilómetro antes de su desembocadura, además se incluyó dentro del muestreo dos puntos en el cauce principal, ambos en el trayecto entre el Río Arenal y el Río Tres

Amigos. Se tomaron muestras cada mes, desde agosto del 2000 hasta julio del 2001, las cuales fueron transportadas para su análisis a los laboratorios del Instituto Tecnológico de Costa Rica durante las veinticuatro horas siguientes.

Los parámetros determinados fueron: temperatura, oxígeno disuelto, pH, fosfatos, nitritos y nitratos. Para los análisis de fósforo, nitrato y nitritos se utilizó un colorímetro spectronic 20, según las técnicas descritas por la AOAC (AOAC, 1980). En la determinación del oxígeno disuelto se utilizó un electrodo conectado a la calculadora TI -92. Las determinaciones de pH se realizaron con peachímetro Cole-Palmer modelo 5985-80.

Para la numeración y denominación de los sitios de muestreo se utilizó el nombre del afluente. Los puntos de muestreo estuvieron constituidos por los siguientes ríos:

1-Balsa

2-Peje

3-Platanar

4-Kooper

5-Peñas Blancas

6-Arenal

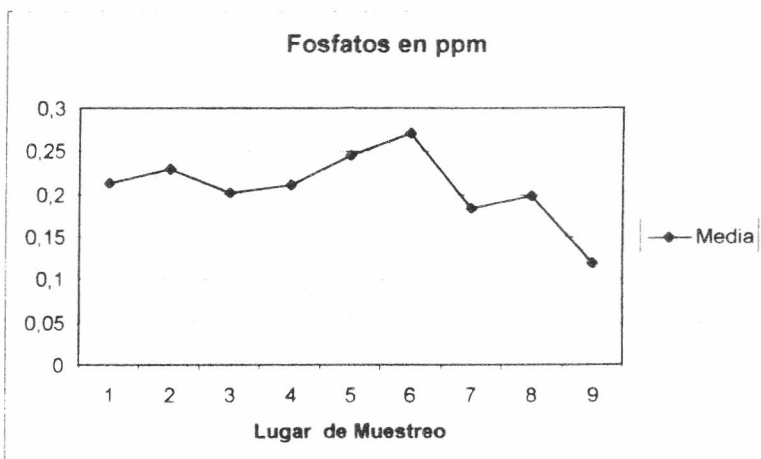
7-Rueda (cauce principal)

8.Buenos Aires (cauce principal)

9-Tres Amigos.

RESULTADOS

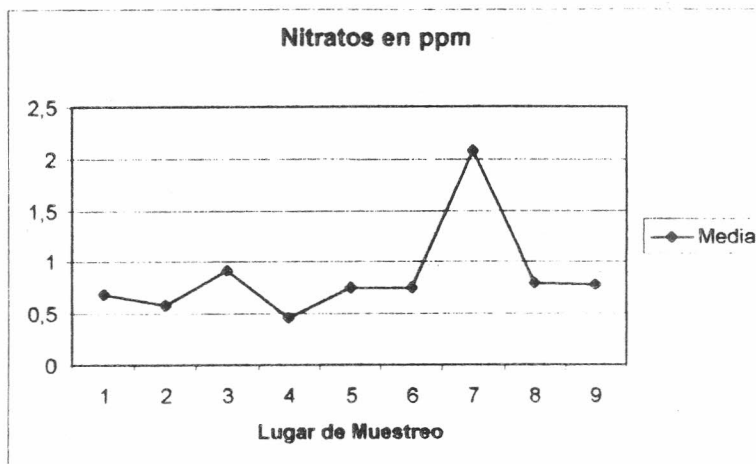
Fosfatos:



De acuerdo con la información que brinda el gráfico existe un aporte importante de fosfatos en cada uno de los afluentes (mayor a 0.15 ppm) con excepción del Río Tres Amigos, donde se observa un leve decrecimiento; lo anterior podría explicarse por estar ubicado su recorrido en zonas menos pobladas

Es importante anotar que en ríos no contaminados la concentración de fosfatos podría ser de unas 10 partes por billón (ppb), lo cual es unas 15 veces inferior a los valores encontrados en la mayor parte de los ríos de esta cuenca.

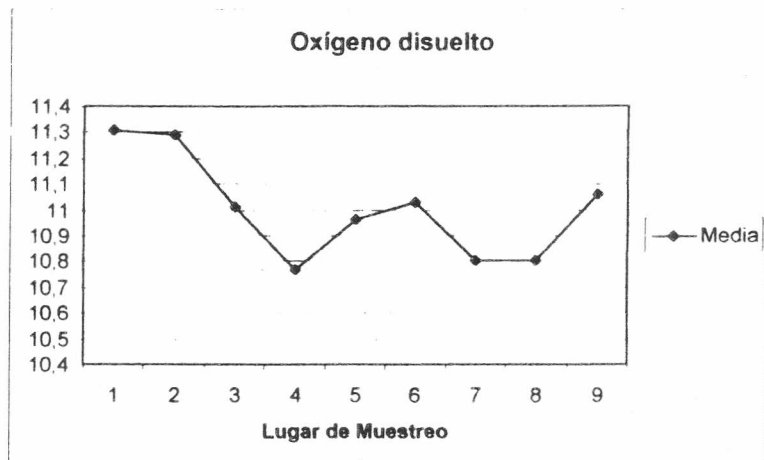
Nitratos



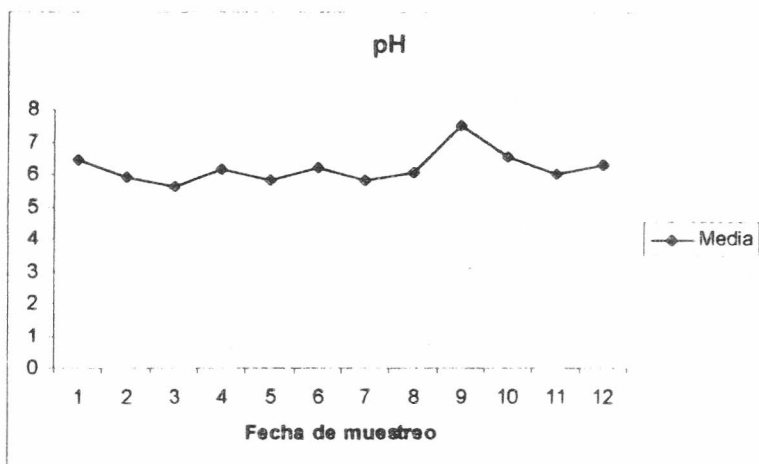
La concentración de nitratos es bastante homogénea en todos los puntos muestreados, con excepción del punto 7, que corresponde al cauce principal después de la desembocadura de Quebrada Rueda, área de poca población y sin agroindustrias cercanas, por lo que este aporte podría atribuirsele tentativamente a la actividad agrícola. Es conocida la existencia de importantes proyectos forestales, los cuales utilizan como una fuente importante de fertilización los nitratos; sin embargo debe de hacerse mayor indagación al respecto.

Es importante señalar que los valores encontrados están muy por debajo de los niveles críticos; sin embargo la fertilización de los ríos promueve el crecimiento de algas lo que desencadena alteraciones en los ecosistemas acuáticos.

Oxígeno Disuelto

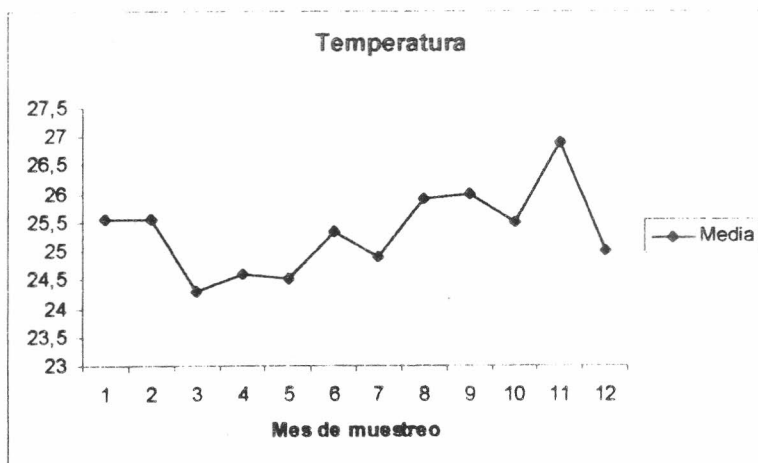


Los valores para oxígeno disuelto hallados están dentro de los niveles adecuados. Es importante señalar que los niveles más bajos se observaron en la parte media, que corresponde al área de mayor actividad humana, lo que de constituirse en una tendencia, si no se toman medidas en un futuro podría llegar a constituirse en un factor de deterioro de este ecosistema.



El nivel de acidez se mantiene dentro del rango normal, con una ligera tendencia ácida, puesto que la mayoría de los promedios son inferiores a 7, situación que podría ser una consecuencia de la presencia de contaminación orgánica y a la misma acidez de los suelos de la zona.

Temperatura



La temperatura varía entre los 24 y 27 Celsius, lo cual es normal y las variaciones entre cada punto se producen como resultado de la hora en que se recoge la muestra en los distintos puntos.

CONCLUSIONES

- El nivel de contaminación de fosfatos es preocupante y la fuente principal es probablemente el vertido de desechos urbanos principalmente en los ríos de la cuenca media que es donde existe mayor población; en esta misma área se nota un decrecimiento de los niveles de oxígeno, lo cual podría tener una misma causa, pues parte del oxígeno disuelto se consume en la degradación del material orgánico.
- En las zonas menos pobladas se observa un incremento de los nitratos, lo que podría ser una consecuencia de la actividad agrícola.
- La presencia de nitratos y fosfatos en niveles superiores a los naturales son una consecuencia del deficiente manejo de los desechos y podría estar impactando este ecosistema.
- Los contaminantes tienden por lo general a acumularse en la desembocadura donde existen importantes ecosistemas costeros, por lo que sería recomendable realizar estudios al respecto.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1980.
- ACOSTA, C., PICADO, J., RODRÍGUEZ, R. y VELEZ, R. 1997. *Análisis físico, químico y microbiológico del agua para el consumo humano de Ciudad Quesada*. Santa Clara, San Carlos. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos. Escuela de Ciencias y Letras. s.p.
- FLORES, E. 1992. *Geografía de Costa Rica*. San José. Editorial de la Universidad Estatal a Distancia. 369 p.
- FOURNIER, L. 1993. *Recursos Naturales*. San José. Editorial Universidad Estatal a Distancia. 388 p.

- **GTZ/COSEFORMA.** 1996. *Inventario Forestal de la Zona Norte, 1993.* Ciudad Quesada, Alajuela. s.p.
- **COSTA RICA. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSO.** 2001. Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples. Julio 2000. San José. s.p.
- **MATA, A. y BLANCO, O.** 1994. *La cuenca del Golfo de Nicoya: un reto al desarrollo sostenible.* San José. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 268 p.
- **COSTA RICA. MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES, ENERGÍA Y MINAS.** 1990. *Estrategia de Conservación para el Desarrollo Sostenible de Costa Rica. (ECODES).* Carlos Quesada Mateo. San José.
- **PROYECTO ESTADO DE LA NACIÓN.** 1997. *Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. N° 4.* San José, Proyecto Estado de la Nación, 354 p.
- **PROYECTO ESTADO DE LA NACIÓN.** 1999. *Estado de la Región en Desarrollo Humano Sostenible.* San José, Proyecto Estado de la Nación.
- **RODRÍGUEZ, N.** 1996. *Determinación de la erosión hídrica y la pérdida de nutrientes utilizando lotes de escorrentía en la Región Huetar Norte de Costa Rica. Informe Final.* Santa Clara, San Carlos. Departamento de Agronomía. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos. 68 p.
- **WORLD RESOURCES INSTITUTE.** 2000. *Pilot Analysis of Global Ecosystems (PAGE). Freshwater Systems.* East Lansing, Michigan.
(<http://www.wri.org/org/>)

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO SAN CARLOS, UTILIZANDO COLIFORMES COMO INDICADORES DE CONTAMINACIÓN

Zaire González Carranza

zaire@costarricense.cr

JUSTIFICACIÓN

El agua constituye un recurso imprescindible para la vida, el desarrollo socioeconómico, industrial, agrícola, cultural y ecológico de una región. Debido a la problemática que se presenta en los países en vías de desarrollo en cuanto a la disponibilidad de este recurso para diferentes usos, es que se plantea realizar una evaluación de la calidad del agua de la cuenca del río San Carlos utilizando el grupo *coliforme* como indicador de contaminación.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en su informe "Perspectivas para el Medio Ambiente 2000" indica que en muchas partes del mundo en desarrollo se ha venido dando una degradación progresiva de los recursos renovables, principalmente los bosque, el suelo y el agua.

Costa Rica, al igual que el resto del continente americano, no es la excepción respecto a la escasez y contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneas. Las actividades agropecuarias, industriales y mineras; el acelerado crecimiento demográfico; los sedimentos provenientes de la erosión del suelo; la enorme tala de las últimas décadas, especialmente en las partes altas de las cuencas; la descontrolada descarga de aguas negras sin tratamiento; la nula o pésima planificación territorial y urbana y la mala disposición de los residuos urbanos sólidos han empeorado la situación (World Health Organization, 1993 & Astorga, A *et al.* 2000; Bifani, 1997; Estado de la Región, 1999).

Considerando que la salud debe colocarse en el centro de las inquietudes sobre el ambiente y el desarrollo (Organización Mundial de la Salud, 1994) y que son muchas las enfermedades que se transmiten por el agua o están relacionadas con ella, es que una evaluación de la calidad del agua tomando en cuenta como indicador al grupo coliforme toma relevancia. A los ríos se vierten directamente grandes volúmenes de aguas residuales, lo que genera que muchos sitios queden inhabilitados como lugares de baño por los riesgos potenciales que presenta el contacto con aguas contaminadas para la salud, referidos principalmente a afecciones conjuntivales, nasales, ópticas, epidérmicas y gastrointestinales, de etiología en ocasiones, bacteriana, vírica, protozoaria o fúngicas (Mora, 1997). Enfermedades diarreicas, hepatitis A, salmonelosis, gastroenteritis, amibiasis, giardiasis, fiebre tifoidea, fiebre paratifoidea, cólera, disentería y polio (Valiente, 2000) son solo algunas de las que podríamos mencionar.

La contaminación del agua debido a la incorporación de materias extrañas como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, deteriora la calidad de la misma y la hacen inútil para los usos pretendidos, sin olvidar el daño ecológico que se genera.

En la Agenda 21 (United Nations, 1993), se indica que las aguas residuales sin tratamiento es uno de los factores que mayor influye en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, afectando no solamente los ecosistemas acuáticos sino también los terrestres que dependen de esos cuerpos de agua. Los cuerpos de agua contaminados pueden afectar directamente a las poblaciones rurales e incidir indirectamente en la salud pública de los residentes urbanos a través de los productos agrícolas procedentes del campo.

La escasez extensa, la destrucción gradual y la contaminación agravada de recursos de agua dulce, junto al desarrollo progresivo de actividades incompatibles, exigen planear estrategias que permitan lograr un desarrollo socioeconómico mediante actividades humanas dentro de los límites de la

capacidad de la naturaleza y combatiendo vectores de enfermedades relacionadas con el agua (Agenda 21, 1999).

Existen diversas características o criterios analíticos bien definidos que pueden utilizarse para la evaluación de la calidad del agua, pero dentro de estos y debido a su importancia destacan los criterios Microbiológicos, los cuales se centran en valorar sólo algunos agentes microbianos. El grupo coliforme es considerado como el principal indicador de contaminación fecal. La mayoría de las especies pertenecen a la familia Enterobacteriaceae y entre los géneros más representativos se encuentran *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Citrobacter*. De acuerdo a la taxonomía actual, la definición de coliforme involucra a un grupo heterogéneo de bacterias, que pueden encontrarse tanto en heces como en el medio ambiente (suelos, materias vegetales en descomposición y aguas ricas en nutrientes) y también a especies no fecales (Cano, 1997 & United Nations, 1999).

El grupo coliforme se divide en *coliformes totales* y *coliformes fecales* (termo resistentes) donde *Escherichia coli* es el organismo considerado como el indicador de mayor precisión para determinar contaminación de origen fecal, ya que abunda en heces de origen humano y animal. Los coliformes fecales con excepción de *E. coli* pueden encontrarse en aguas orgánicamente enriquecidas; pero se ha observado que en la mayoría de los casos se encuentran en el agua en relación con *E. coli*. Por ello su utilización para evaluar la calidad del agua se considera aceptable (Cano, 1997).

Tomando en cuenta la importancia del recurso hídrico en la región Huetar Norte y la degradación que se ha venido presentando en los últimos años, es que la Escuela de Ciencias y Letras del Instituto Tecnológico de Costa Rica mediante un grupo interdisciplinario de investigadores emprendió la labor de realizar una evaluación de la calidad del agua a lo largo de la cuenca del río San Carlos, con la finalidad de que se garanticen en el tiempo y de forma permanente la protección de la salud humana, la defensa del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales.

METODOLOGÍA

La evaluación de la calidad del agua de la cuenca del río San Carlos con respecto a los indicadores coliformes, se realizó por un periodo de un año (agosto del 2000 a agosto del 2001). El muestreo se realizó en diez afluentes secundarios del río San Carlos, para los ríos La Balsa, Peje, La Vieja, Platanar, Kooper, Arenal, Peñas Blancas y Tres Amigos; las muestras se colectaron directamente en los afluentes secundarios mencionados. En los casos de Quebrada Tejona y Caño Buenos Aires el muestreo se realizó en los 500 metros posteriores a la desembocadura de estos afluentes sobre el cause principal del río San Carlos, y el Punto Tres Amigos corresponde a la última muestra tomada en el cause principal del río San Carlos posterior a la desembocadura de los afluentes mencionados.

Las muestras se colectaron en bolsas de plástico estériles y se colocaron en un recipiente isotérmico a una temperatura promedio de 4 °C, para posteriormente ser trasladadas al Laboratorio de Análisis Químico y Microbiológico del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos, donde fueron montadas e incubadas antes de que transcurrieran 24 horas de la colecta.

La determinación se realizó por el método de fermentación de tubos múltiples (Método de Número más probable de la Standard Methods for the examination of water and wastewater 18th Ed.1992. PAHA-AWWA-WPCF). Los Valores admisibles y los componentes permitidos para el agua de consumo humano, recreación, riego, acuicultura y otros vienen definidos en la legislación y en base a estos se realiza un análisis comparativo para evaluar la calidad del agua de algunos afluentes secundarios del río San Carlos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los valores admisibles por Reglamento para la calidad de agua potable de acuerdo a los diferentes usos. Se muestran solo los valores de interés de acuerdo a las actividades que se realizan en la zona. No se

encontraron en la legislación vigente los valores admisibles de coliformes fecales para agua de consumo animal. El Cuadro 2 y la Figura 1, muestran los valores promedio determinados en cada uno de los puntos de muestreo en los diferentes meses de evaluación

Cuadro 1. Valores admisibles por el Reglamento para la calidad de agua potable (La Gaceta N° 100, 1997).

Uso	Coliformes Fecales NMP/100ml
Recreación	
Contacto Primario (natación)	500
Contacto Secundario (navegación)	5000
Contacto Terciario (paisajístico)	10000
Riego	
Legumbres	200
Árboles frutales	1000
Parques públicos, Campos de deporte	1000
Acuicultura	
Piscicultura	1000
Camarones	100
Almejas	4
Consumo Humano	0

Cuadro 2. Valores promedio de coliformes totales y fecales encontrados en los diferentes puntos de muestreo.

Río	Coliformes Totales NMP/100ml	Coliformes Fecales NMP/100ml
La Balsa	5736	1648
Peje Viejo	7818	2252
Platanar	15418	10694
Kooper	4554	1896
Arenal	4648	2175
Peñas Blancas	2806	688
Caño Buenos Aires	16200	3904
Quebrada Tejona	18518	4160
Punto Tres Amigos	11759	2140
Tres Amigos	9300	3006

Si se comparan los valores admitidos por la legislación para la evaluación de la calidad del agua (Cuadro 1) y los valores promedio encontrados para cada uno de los ríos en la presente evaluación (Cuadro 2), se aprecia que con respecto a aguas que son utilizadas para la recreación solo el río Peñas Blancas cumple con las normas establecidas para utilizarse con fines paisajísticos y de navegación, además pueden destinarse a riego de árboles frutales y campos de deporte, así como a la piscicultura. No se recomienda el uso para actividades como la natación, el riego de legumbres o acuicultura de camarones y almejas. Por los valores encontrados, a excepción del río Platanar y la Quebrada Tejona, los demás ríos se consideran aptos para la navegación, pero no se recomienda la utilización de sus aguas para los demás fines descritos en el Cuadro 1.

Considerando los valores promedio de coliformes totales y coliformes fecales encontrados en cada uno de los puntos de muestreo puede observarse que el río Platanar es el que presenta mayor contaminación respecto a los indicadores de contaminación fecal, seguido por la Quebrada Tejona y el Caño Buenos Aires. Los ríos que presentan menor contaminación de coliformes fecales son el Peñas Blancas, La Balsa y el Kooper (con valores muy similares).

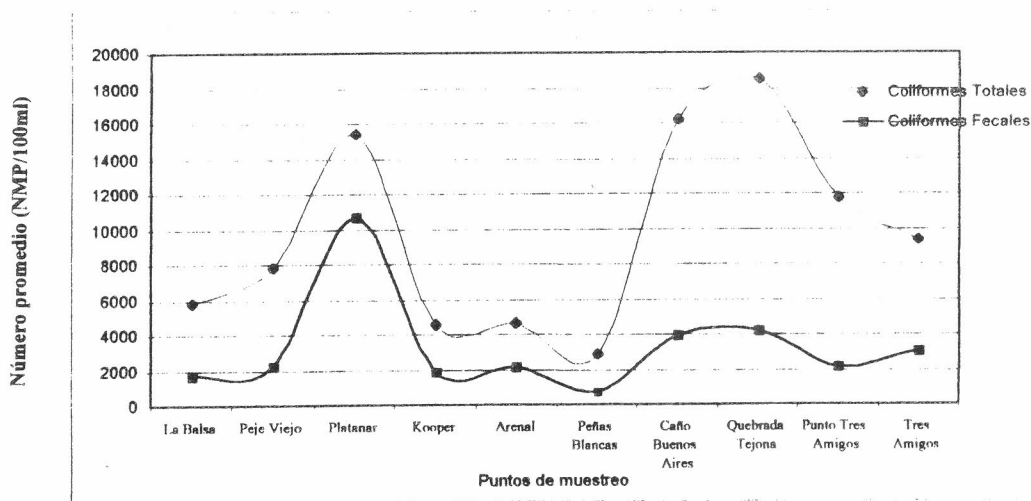


Figura 1. Número promedio de coliformes totales y coliformes fecales en los diferentes puntos de muestreo.

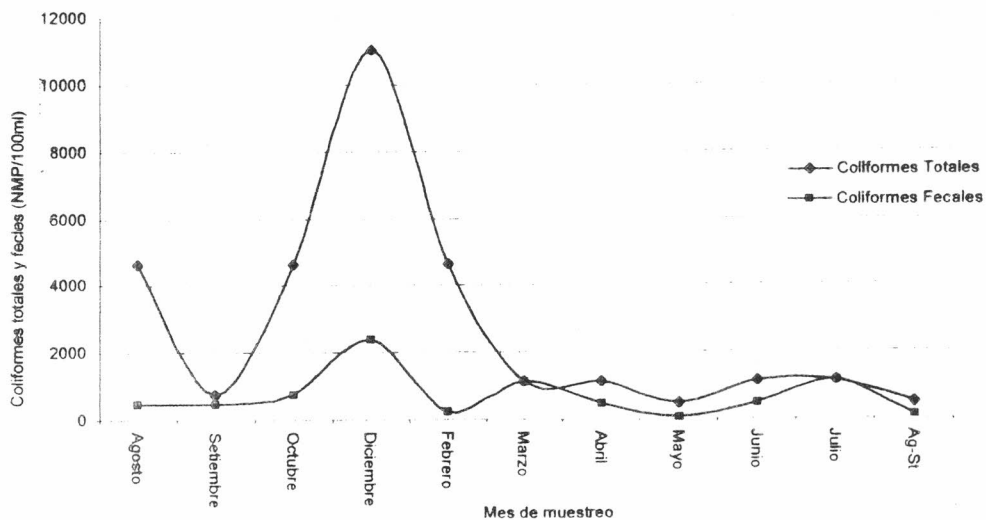


Figura 2. Valores de coliformes totales y fecales determinados en el río Peñas Blancas de agosto del 2000 a setiembre del 2001

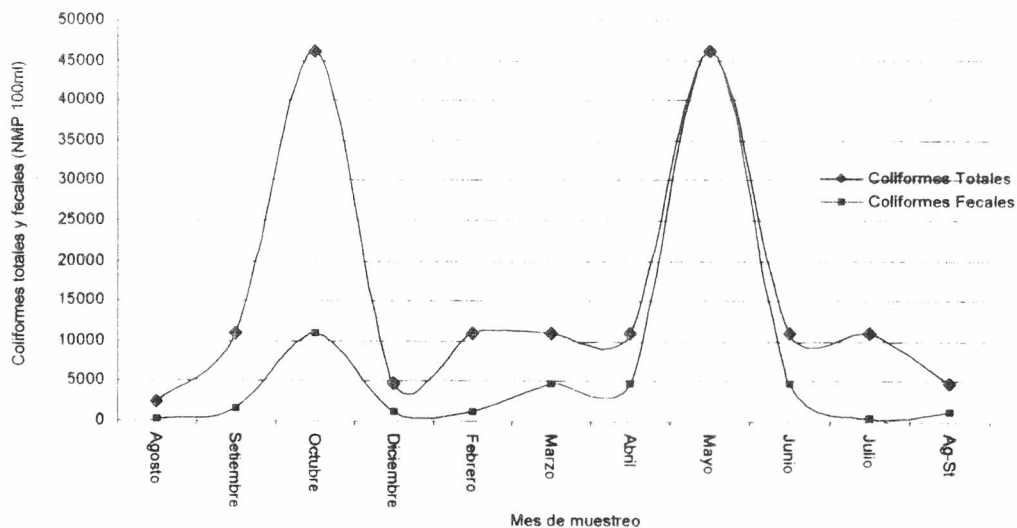


Figura 3. Valores de coliformes totales y fecales determinados en el río Platanar de agosto del 2000 a setiembre del 2001.

En la Figura 2, se presenta el comportamiento de indicadores coliformes para el río Peñas Blancas; puede observarse que la tendencia es bastante regular en lo que se refiere a coliformes fecales, ya que a excepción del mes de diciembre los valores obtenidos no superan los 1100 (NMP/100ml). Para coliformes totales se observan que en los meses de agosto, octubre, diciembre y febrero es cuando se presenta la mayor contaminación. La situación contraria se observa en el comportamiento de coliformes fecales en el río Platanar (Figura 3), que aunque en muchos de los meses la cantidad de coliformes (NMP/100ml) es baja, se presentan picos alarmantes en los meses de octubre y mayo. En general la cantidad de coliformes totales es alta, con valores que van desde 2400 a 46000 (NMP/100ml).

En la Figura 4, se presentan los valores determinados para coliformes fecales (NMP/100ml), en los diferentes puntos de muestreo durante el periodo de evaluación (no se incluye el río Platanar). Los ríos Arenal, La Balsa, Kooper y Quebrada Tejona, presentan sus picos más altos en el mes de marzo; el Caño Buenos Aires en abril, Peje Viejo en mayo y el río Tres amigos en mayo y junio. De agosto a febrero la Quebrada Tejona, el Caño Buenos Aires y el río Kooper presentan valores aceptables menores a 2000 (NMP 100ml). El río Platanar también presenta valores aceptables de abril a setiembre.

En los meses de febrero a abril se evidencia una mayor contaminación de los puntos Kooper, Arenal, Quebrada Tejona, La Balsa y Caño Buenos Aires, lo que coincide con la estación seca. En este momento se nota una disminución del caudal de los ríos y como consecuencia disminuye la capacidad de dilución. Este fenómeno se evidencia con mayor claridad en aquellos ríos que cruzan por asentamientos humanos donde generalmente las aguas residuales se descargan a los cuerpos de agua superficiales.

De mayo a junio se presenta una mayor concentración de coliformes fecales (NMP/100ml) en los ríos Peje Viejo, Tres Amigos, Kooper y Punto Tres Amigos, esto puede deberse a que al iniciar la temporada de lluvias se produzca un arrastre de grandes cantidades de contaminantes por escorrentía desde las partes altas hacia la llanura, rebalse de tanques de aguas residuales, cabe

mentonar que estos ríos en su trayectoria atraviesan zonas de explotación agrícola y ganadera.

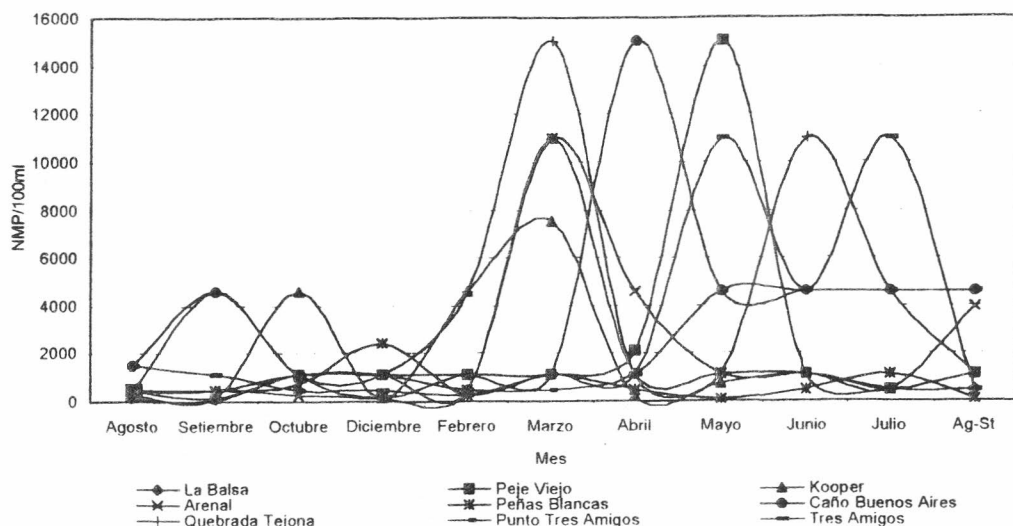


Figura 4. Número de coliformes fecales (NMP/100ml), en cada uno de los puntos de muestreo durante el periodo de evaluación.

El número de coliformes fecales (NMP/100ml) difiere entre los puntos de muestreo y los meses de evaluación. Esto puede deberse a diversos factores, entre los cuales habría que considerar el tipo de actividad que se realiza en las zonas aledañas a los puntos de muestreo y si las mismas son agrícolas (tipos de cultivos y estacionalidad), ganaderas (de carne o leche), industriales o si los ríos en su recorrido atraviesan centros urbanos o asentamientos campesinos donde se descargan aguas residuales sin tratamiento. La velocidad de la corriente de los ríos es otro factor que debería considerarse, ya que influye en la supervivencia o desaparición de ciertos organismos. Esto puede tener algún efecto, sobre todo en aguas contaminadas con materia orgánica y flora bacteriana, pues cuando las

aguas son agitadas por la velocidad se les incorpora una mayor cantidad de oxígeno, necesaria para el crecimiento de microorganismos aeróbicos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La evaluación realizada en los diferentes puntos de la cuenca del río San Carlos muestra que todos los ríos se encuentran contaminados. Y aunque los niveles de contaminación varían de uno a otro y en los diferentes meses del año, se evidencia un claro problema para el que debieran tomarse medidas a la mayor brevedad posible.
- A pesar de la concienciación nacional en materia de medio ambiente, siguen siendo importantes los niveles de contaminación de las aguas próximas a los asentamientos humanos, industriales y turísticos, y siguen llegando a los ríos los vertidos de aguas residuales.
- La contaminación del agua es un problema local, regional y mundial y está relacionado con la forma en que usamos los recursos y disponemos de los desechos. Es urgente evidenciar y hacer conciencia sobre este problema y promover actividades locales que permitan avanzar en una línea de desarrollo sostenible.
- Deben promoverse actividades que permitan educar a la sociedad civil acerca de la importancia del recurso hídrico en la región y de los múltiples problemas que una contaminación a partir de cierto nivel puede ocasionar tanto en la salud humana como animal.
- Las organizaciones relacionadas con la salud (humana y animal), así como las relacionadas en la protección del ambiente y en especial el recurso hídrico (Ministerio del Ambiente y Energía, Acueductos y Alcantarillados, Municipales, Organizaciones no Gubernamentales y otras instituciones públicas), deben aunar esfuerzos para el desarrollo de programas que nos permitan identificar las fuentes de contaminación y brindar soluciones oportunas, con la finalidad

de mejorar la calidad de vida de la región al tiempo que se garantice la protección de los recursos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

- Almaza, V; L. Villareal. 2001. Indicadores para la evaluación del impacto al ambiente y la salud de las aguas residuales municipales no tratadas. Revista Salud Pública y Nutrición (RESPYN) Volumen 2 No.1
- Astorga, A et al. 2000. Proyecto Sistemas Integrados de Gestión de Calidad Ambiental (SIGA): Componente Costa Rica, Fase I. I a ed. Fundación para el Desarrollo Urbano. San José, Costa Rica.
- Bifani, Paolo. 1997. Medio ambiente y desarrollo. la ed. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.
- Cano, F. 1997. Aspectos Microbiológicos y Organismos Indicadores, en Criterios Microbiológicos del Agua y Métodos de Evaluación. Memoria de Labores XI Congreso Centroamericano y V. Nacional de Microbiología y III. Congreso del Colegio de Farmacéuticos y Químicos de Guatemala. Guatemala, CA.
- Chaves, A; J. Mora et al. 1999. Contaminación actual de la cuenca del río San Carlos con coliformes fecales y totales. Proyecto Evaluación ambiental para un manejo sostenible de la cuenca del río San Carlos. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional San Carlos. Santa Clara, Costa Rica.
- Galli, D; R. Ortiz et al. 1999. Análisis Microbiológico de las aguas del Lago Ypacarai. Revista Paraguaya de Microbiología. Volumen 18, Número 1.
- Gili, P; G. Marando et al. 2001. Contaminación Bacteriana y presencia de *Sinorhizobium meliloti* en aguas de los canales de riego del río Neuquén. Revista Argentina de Microbiología. Volumen 33 No 1.

- Hurtado, I; J.Martínez et al. 2000. Informe sobre la contaminación de las aguas del río Segura (Vega Baja). Departamento de Ecología e Hidrología. Universidad de Murcia. España.
- La Gaceta N° 100. Martes 27 de mayo de 1997. Reglamento para la calidad de agua potable. San José, Costa Rica
- La Gaceta N° 117. Jueves 19 de julio de 1997. Reglamento de vertidero y reuso de aguas residuales. San José, Costa Rica
- Lasheras, A.M; J.L. Múzquiz. Estudio de la calidad de las aguas del río Aragón. Caracterización de aguas, sedimentos y peces. Facultad de Ciencias y Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia. Murcia, España.
- Mora, D. 1997. Criterios Microbiológicos para agua para beber, riego, recreación y acuicultura, en Criterios Microbiológicos del Agua y Métodos de Evaluación. Memoria de Labores XI Congreso Centroamericano y V. Nacional de Microbiología y III. Congreso del Colegio de Farmacéuticos y Químicos de Guatemala. Guatemala, CA.
- Organización Mundial de la Salud. 1994. Vidas sanas y productivas en armonía con la naturaleza: una estrategia mundial de la OMS para la salud y el medio ambiente. Ginebra: OMS.
- Proyecto Estado de la Nación. 1999. Estado de la Región en desarrollo humano sostenible. Proyecto Estado de la Nación, San José, Costa Rica.
- United Nations. 1999. Indicadores de los aspectos ambientales del desarrollo sostenible, Capítulo 18. United Nations Division for Sustainable Deveploment.
- Valiente, C & D. Mora. 2001. Papel del agua para consumo humano en los brotes de diarrea reportados en el periodo 1999-2001 en Costa Rica. Laboratorio Nacional de Aguas, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. San José, Costa Rica.

- World Health Organization. 1993. Guidees for drinkinking water quality, 2nd ed. Vol.1 – Recommendations.WHO, Geneva pp 8-29

INTERNET

- World Health Organization. Enterohaemorrhagic Escherichia coli (EHEC). En línea (fecha de acceso 05.12.2001), disponible en:
<http://www.who.int/fsf/ecolifact.html>
- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. 2000. EPA 810-K-99-001: Groung water and Drinking water. En línea (fecha de acceso 05.12.2001), disponible en: [http:// www.epa.gov/safewater/agua/losninos.html](http://www.epa.gov/safewater/agua/losninos.html)
- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. 2000. Drinking water and Health. En línea (fecha de acceso 05.12.2001), disponible en:
<http://www.epa.gov/safewater/dwhealth.html>
- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. 2000. Drinking water Standads Program. En línea (fecha de acceso 05.12.2001), disponible en:
<http://www.epa.gov/safewater/standards.html>
- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. 2000. Source Water. En línea (fecha de acceso 05.12.2001), disponible en:
<http://www.epa.gov/safewater/protect.html>

- Libro electrónico: Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Tema 11: Contaminación de ríos y lagos. En línea (fecha de acceso 05.12.2001), disponible en:
<http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/11Cagu/120ProcC.htm>
 - Agua en abundancia, acceso limitado y contaminación sin fin (Boletín No 38, Región). En línea (fecha de acceso 05.12.2001), disponible en:
http://www.cna.gob.mx/portal/publica/estaticas/pu_nom_tab2.htm
 - Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. 1996-1997. Contaminación del Agua. En línea (fecha de acceso 05.12.2001), disponible en: <http://www.netsalud.sa.cr/aya/contam00.html>
 - United Nations. Natural Resource Aspects of Sustainable Development in Costa Rica/ Freshwater. En línea (fecha de acceso 02.01.2002), disponible en: <http://www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/countr/costaric/natur.htm>
 - United Nations. Agenda 21.1999. En línea (fecha de acceso 02.01.2002), disponible en: <http://www.un.org/esa/sustdeve/agenda21.htm>
 - Proyecto Estado de la Nación. 2001. VII Informe Estado de la Nación. En línea (fecha de acceso 02.02.2001), disponible en:
<http://www.estadonacion.or.cr/Info2001/nacion7/indice.html>
-

DIVERSIDAD, BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE LOS INSECTOS ACUÁTICOS

M.Sc. Monika Springer

springer@biologia.ucr.ac.cr

INTRODUCCIÓN

Los insectos acuáticos forman una parte muy importante dentro de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de los ríos y son de crucial importancia en la ecología de los diferentes ecosistemas de agua dulce. Como insectos acuáticos se definen todos aquellos insectos que pasan por lo menos una fase de su ciclo de vida asociada a algún tipo de ambiente acuático. De todas las especies de insectos descritos en el mundo, solamente el tres al cinco por ciento se puede considerar como acuático; sin embargo, la mitad de los diferentes órdenes de insectos contiene representantes acuáticos.

Los insectos acuáticos se encuentran en una gran variedad de ambientes de agua dulce, como son ríos, quebradas, cataratas, lagos, lagunas, charcos, pozas y fitotelmata (agua acumulada en plantas, p.ej. los tanques de bromelias). En los diferentes ambientes marinos hay solamente algunas pocas especies. Cada grupo taxonómico posee adaptaciones muy específicas a la vida en su hábitat, tanto para su locomoción, su modo de respirar bajo agua y su forma de alimentarse. La mayor diversidad de insectos acuáticos se encuentra en los ríos de corriente rápida, con aguas limpias, frías y bien oxigenadas.

Debido a su gran importancia, este grupo ha sido estudiado detalladamente, tanto en su ecología y biología, como taxonomía, sobre todo en los países de las zonas templadas. Los estudios en el neotrópico son aún escasos, pero el interés por este grupo de organismos ha aumentado significativamente en los últimos años, debido sobre todo a su gran utilidad como indicadores de calidad del agua.

METODOLOGÍA PARA LA RECOLECTA

Existen básicamente dos métodos para la recolecta de los organismos bentónicos: métodos *cualitativos*, mediante los cuales se obtiene un inventario de las especies presentes en un sitio, y métodos *cuantitativos*, con los cuales se obtiene la abundancia (número de individuos) de cada especie encontrada en un área dada. Debido a que el método cuantitativo a menudo no es tan fácil de usar, ya que requiere de equipo más elaborado y de más tiempo, se utiliza en muchos estudios el método sistemático o semicuantitativo. Mediante este método se obtienen las abundancias relativas de las diferentes especies o grupos taxonómicos de un sitio específico, recolectando por un tiempo fijo y con una metodología preestablecida. Un buen resumen de los diferentes métodos según el hábitat y el diseño adecuado del muestreo presenta Merritt et al. (1996).

Independientemente de cuál método se está usando, es necesario recolectar el material mediante redes, coladores y pinzas, y fijarlo en el campo en alcohol al 70%, para su posterior identificación en un laboratorio con ayuda de una lupa o estereoscopio. Dependiendo del sustrato, se pueden recolectar los organismos directamente con las pinzas de la superficie del sustrato, como piedras y rocas, o se coloca el sustrato, como hojarasca o arena, en una bandeja blanca con un poco de agua para localizar más fácilmente a los organismos. Es importante recolectar todos los organismos que se encuentran, ya que a simple vista no se puede decidir si pertenecen a un mismo género o si son géneros diferentes.

Para la identificación del material es necesario utilizar literatura de Norte América, como la obra de Merritt & Cummins (1996), la guía de Roldán (1996) de Colombia y publicaciones taxonómicas de grupos específicos. Aún no existe ninguna obra completa para identificar los insectos acuáticos de Centroamérica, aunque una guía con claves a nivel de géneros para los macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica está en preparación (Springer y Hanson, en prep.).

Los diferentes órdenes de insectos acuáticos

Existen grupos de insectos acuáticos que pasan toda su vida en el agua, mientras que otros solamente se encuentran en este hábitat durante sus estadios juveniles, como huevos, ninfas, larvas y pupas. Hay algunos órdenes enteramente acuáticos, quiere decir que la totalidad de sus especies necesita del medio acuático para su desarrollo y supervivencia. Este último es el caso en los órdenes de las libélulas (O: Odonata), los plecópteros (O: Plecoptera), los efímeros (O: Ephemeroptera) y los tricópteros (O: Trichoptera). En estos órdenes los adultos son voladores terrestres y a menudo tienen una vida mucho más corta que los estadios juveniles, los cuales son acuáticos.

1. Ephemeroptera

Las efímeras son un orden primitivo de insectos, con la totalidad de sus especies acuáticas, pasando en sus estadios inmaduros en una variedad de ambientes de agua dulce. Los adultos son voladores con alas transparentes y de vida sumamente corta, no se alimentan y mueren rápidamente después de reproducirse. Tanto los adultos como las ninfas se caracterizan por poseer dos o tres apéndices filamentosos ("colas") al final de su abdomen. Para facilitar la respiración bajo el agua, las ninfas tienen una serie de agallas o branquias a lo largo del abdomen, las cuáles son importantes a la hora de la identificación taxonómica de este grupo. Las ninfas se alimentan más que nada de algas y materia orgánica y se encuentran una gran diversidad taxonómica en aguas de buena calidad. Sin embargo hay algunos géneros que pueden tolerar ciertos niveles de contaminación orgánica. Para Costa Rica se reportan 9 familias con alrededor de 30 géneros.

2. Plecoptera

El orden de los plecópteros (o moscas de piedra) no es muy diverso en los ambientes tropicales y en Costa Rica y el resto de Centroamérica se encuentra solamente una familia con un único género (Perlidae: *Anacroneuria*). Estos organismos se asemejan al grupo anterior de los efímeras por poseer dos apéndices, sin embargo son más robustos y carecen de bránquias en el abdomen. Los adultos son voladores terrestres, mientras que las ninfas están restringidas a aguas bien oxigenadas y limpias, donde se alimentan primero de sustancia orgánica y con mayor edad de otros organismos.

3. Odonata

Al igual que los dos grupos anteriores, los organismos de este orden pasan sus estadios larvales o inmaduros en el agua, mientras que los adultos son voladores y viven fuera del agua. Es uno de los órdenes más conocidos comunmente, ya que sus adultos, llamados libélulas, gallegos o caballitos del diablo, son voladores muy ágiles que cazan otros insectos en vuelo. Las ninfas son igualmente depredadoras, alimentándose de una gran variedad de presas, incluyendo otros insectos, pececillos y renacuajos. Dependiendo del género requieren aguas limpias o pueden tolerar considerables niveles de contaminación. En los diferentes ambientes acuáticos en Costa Rica se reportan 14 familias con más de 60 géneros.

4. Hemiptera

Los chinches son un grupo bien conocido, ya que son de amplia distribución en diferentes hábitats terrestres. Sin embargo hay varias familias que se adaptaron a la vida en el agua y cumplen todo su ciclo de vida en ella. Casi todos los chinches acuáticos son depredadores y paralizan a su presa mediante un veneno que inyectan con su pico. Hay algunos grupos que viven como patinadores en la

superficie de aguas, tanto estancadas como corrientes, mientras que otros nadan libremente en el agua o encima del sustrato en el fondo. Para Costa Rica se reportan 14 familias, con la mayoría de las especies viviendo en aguas estancadas.

5. Megaloptera

Es uno de los órdenes más pequeños y a veces está incluido en la literatura dentro del orden Neuroptera. Es el primer orden de esta lista, que (al igual que los órdenes que siguen) presenta un desarrollo indirecto, llamado también metamorfosis completa, lo que quiere decir que pasa por los estadios de larva => pupa => adulto durante su desarrollo. En este caso solamente la larva es acuática y para pupar sale del agua, enterrándose en la tierra húmeda de las orillas. Las larvas alcanzan un gran tamaño, hasta unos ocho cm, y son depredadores voraces en los ríos, donde viven debajo de las piedras y rocas en la zona de corrientes fuertes. Se consideran indicadores de aguas limpias o levemente contaminadas con sustancias orgánicas. Hay una familia con tres géneros reportados en los ríos del país.

6. Coleoptera

Es probablemente uno de los grupos más diversos dentro de los insectos acuáticos, sobre todo tomando en cuenta sus diferentes estrategias para adaptarse a la vida en los distintos ambientes acuáticos. Hay familias donde solamente las larvas son acuáticas, en otras solamente los adultos se encuentran en el agua y en varias familias las larvas y adultos comparten el mismo hábitat, aunque son de morfología muy distinta. La alimentación es igualmente diversa: dependiendo de la familia o del género se alimentan de algas, materia orgánica u otros insectos y organismos acuáticos. Los niveles de tolerancia a la contaminación dependen de cada género, aunque la mayor diversidad se

encuentran en aguas limpias. Es un grupo en gran parte aún desconocido en Costa Rica y se estima que hay alrededor de 14 familias.

7. Trichoptera

Los adultos de este orden se parecen a pequeñas polillas de colores opacos y con antenas largas. Sin embargo se distinguen en sus partes bucales (las mariposas poseen una probosis para chupar nectar, la cual está ausente en los tricópteros), y en que sus alas están cubiertas por pelos en lugar de escamas. Los adultos son de vida corta y más que nada nocturna. La ecología y el comportamiento de las larvas es sumamente interesante, ya que son capaces de producir una seda, la cual utilizan de distintas formas para alimentarse y protegerse. Hay una variedad de familias que construye sus propias casas portátiles, en forma de estuches u otras, usando distintos materiales, tales como granitos de arena, piedritas pequeñas, palitos, pedacitos de hojas y otra materia orgánica. Estas casitas son muy útiles en la identificación, ya que cada especie posee su propia forma de construcción, utilizando un material muy específico. Estas casas les ayudan a protegerse y camuflarse, mientras se alimentan de algas o materia orgánica particular. Otras familias utilizan la seda para formar redes para filtrar el agua, por lo que viven en las corrientes de los ríos y quebradas, alimentándose de materia orgánica en suspensión. La gran mayoría de especies de este orden requiere aguas limpias y bien oxigenadas y solo pocas pueden tolerar un cierto nivel de contaminación orgánica. En Costa Rica han sido registradas las larvas de 14 familias con casi 40 géneros.

8. Lepidoptera

Este orden de las mariposas y polillas es en su mayoría de habito terrestre, sin embargo existen algunas pocas familias y géneros que se adaptaron al ambiente acuático para el desarrollo de sus larvas. Las larvas del género más común que se encuentra en los ríos de Costa Rica (Pyralidae: *Petrophila*), viven debajo de unos

túneles de seda en la superficie de piedras y rocas sumergidas, donde raspan algas. Debido a que las algas presentan mayor crecimiento en aguas con una ligera contaminación orgánica, estos organismos pueden ser muy abundantes en este tipo de ambiente, siempre y cuando haya suficiente corriente para oxigenar el agua.

9. Diptera

Este orden incluye el grupo de las moscas, tábanos, mosquitos, zancudos, purrujas, bocones, entre muchos otros. Se distingue por poseer solamente un par de alas, y es un grupo sumamente diverso. Es el grupo menos conocido a nivel de larvas, que son los estadios acuáticos, junto a las pupas. Por lo tanto su identificación es sumamente difícil si no imposible hasta nivel de género y a veces incluso es complicada la identificación a nivel de familia, sin la ayuda de un especialista. Es el grupo más diverso con respecto a su ecología y las larvas encuentran en la todos los hábitats posibles, donde se alimentan de una gran variedad de alimentos. Dependiendo del grupo taxonómico son indicadores de excelente calidad de agua o de una fuerte contaminación. Especialmente las larvas de la familia mas diversa, los Chironomidae, son excelentes indicadores de contaminación orgánica, ya que sus números de individuos pueden aumentar considerablemente conforme aumenta la contaminación.

El uso de los insectos acuáticos como indicadores de calidad de agua

Para determinar la calidad del agua de un río o una quebrada se puede utilizar el método físico-químico, midiendo distintos factores como es la temperatura, el pH, los nutrientes, los sedimentos, entre otros. Por otro lado, existe el método biológico que se basa en el estudio de los organismos del ambiente acuático. Este último puede medir cambios en la estructura de la comunidad o más bien utilizar el sistema de indicadores biológicos. Se pueden usar diferentes grupos de

organismos, como son las algas, en especial las diatomeas, los insectos y otros macroinvertebrados, u organismos más grandes como peces. Además se pueden realizar estudios microbiológicos para determinar las cantidades de coliformes presentes en el agua.

Aunque el método biológico no puede reemplazar los registros físicos y químicos para definir la calidad del agua, juega un papel muy importante en la interpretación y el manejo de los recursos hídricos (de la Lanza 2000). La gran ventaja que presenta el uso de este método consiste en el hecho que los resultados reflejan las condiciones existentes tiempo atrás antes de la toma de muestras, mientras que mediante el análisis físico-químico se obtiene solamente una visión de la situación puntual del estado de las aguas en el momento de la toma de la muestra (Alba-Tercedor, 1996).

Para mejorar el uso del biomonitoreo en el neotrópico es necesario un mejor entendimiento de la ecología de estos organismos y también es indispensable disponer de claves taxonómicas adecuadas para su identificación. A través de estudios a mediano y largo plazo con muestreos periódicos de varios puntos, como el presente de la cuenca del Río San Carlos, se logra no solo completar el inventario de la fauna acuática del país, sino también obtener información valiosa sobre la abundancia, distribución y ecología de los diferentes organismos. Este tipo de estudios integrales, donde se combinan los métodos físico-químicos, microbiológicos y biológicos, permiten ampliar el conocimiento sobre los niveles de tolerancia de cada uno de los géneros encontrados, para su futuro uso como indicadores biológicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alba-Tercedor, J. 1996. *Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos*. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), Almería, Vol.II: 203-213.

- De la Lanza, G., 2000. *Criterios generales para la elección de bioindicadores*. Pp:17-41. En: De la Lanza, G., S. Hernández y J.L. Carbajal (eds). *Organismos indicadores de la calidad del agua de la contaminación (Bioindicadores)*. Plaza y Valdez S.A.
- Merritt, R.W. & K.W. Cummins. 1996. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Third Edition. Kendall/Hunt Publ.
- Merritt, R.W., V.H. Resh & K. W. Cummins. 1996. *Design of aquatic insect studies: collecting, sampling and rearing procedures*. Pp:12-28. En: Merritt, R.W. & K.W. Cummins. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Third Edition. Kendall/Hunt Publ.
- Roldán Pérez, G. 1996. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*. Fondo FEN Colombia y Colciencias, Universidad de Antioquia, Colombia. 217 pp.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO-MATEMÁTICO DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE LAS VARIABLES FÍSICO QUÍMICAS EN LA CUENCA DEL RÍO SAN CARLOS

Nicolás Quintana B.

Fredy Araya Rodríguez

Adolfo Chaves Campos

INTRODUCCIÓN

La Cuenca del Río San Carlos (2.646,3 km²) es la más importante en la zona Norte y la quinta más grande del país (Gómez, 1986), formando de la Cuenca del Río San Juan, una de las masas de agua más importantes de Centro América (Estado de la Región, 1999). Además es de gran relevancia en el desarrollo económico de la zona norte, pues la gran mayoría de las actividades agrícolas, pecuarias, agroindustriales e industriales se realizan dentro de esta cuenca (Estado de la Nación, 1997).

No existe hasta el momento una evaluación global del impacto generado por las actividades antropogénicas en esta cuenca; tampoco existen los estudios que intenten evaluar los efectos que a mediano plazo pudieran llevar a niveles que vuelvan demasiado costosa la recuperación de sus recursos naturales, especialmente del agua.

Para la evaluación de las condiciones físicas químicas de la cuenca es necesario, a partir de los análisis de los datos, desarrollar una metodología para determinar en cuantos lugares se debe hacer muestreo para obtener información válida para toda la cuenca.

Por medio de la utilización de los modelos matemáticos se pone a disposición de docentes, investigadores, asesores, administradores y gestores ambientales de la empresa agropecuaria una herramienta que permite tanto acelerar el

aprendizaje como facilitar el proceso en la toma de decisiones, favoreciendo el acopio y la utilización de la información experimental.

METODOLOGÍA

Durante la ejecución del proyecto **Evaluación ambiental para un manejo sostenible de la cuenca del río San Carlos y Tres Amigos** se hizo una recolección de muestras en 13 puntos de muestreo. A saber:

1. Javillos
2. Peje Viejo
3. Platanar
4. Rafael
5. Kooper
6. Peñas Blancas
7. Arenal
8. Wilson
9. Rueda
10. Paraíso
11. Providencia
12. Buenos Aires
13. Tres Amigos

El proyecto se realizó en el cauce principal del Río San Carlos, desde la desembocadura del Río La Balsa hasta los primeros 500 metros después de la desembocadura del Río Tres Amigos.

Para la recolección de muestras se ubicaron puntos en el cauce principal en los primeros 500 metros de la desembocadura de cada uno de los cauces secundarios mencionados; ahí se tomaron muestras cada mes durante un periodo de dos años, desde agosto de 1998 hasta julio del año 2000. Las muestras se trasladaban a los laboratorios del Instituto Tecnológico de Costa Rica, en Santa Clara de San Carlos, para ser analizadas en las veinticuatro horas siguientes.

Los parámetros estudiados fueron: temperatura, oxígeno disuelto, pH, fosfatos, nitritos y nitratos. Para los análisis de fósforo, nitrato y nitritos se utilizó un colorímetro spectronic 20, según las técnicas descritas por la AOAC (AOAC, 1980). En la determinación del oxígeno disuelto se utilizó un electrodo conectado a la calculadora TI -92. Las determinaciones de pH se realizaron con

peachímetro Cole-Palmer modelo 5985-80. Para la realización del análisis de los datos obtenidos para las diferentes variables físico químicas se utilizó el programa estadístico SPSS versión 10.0 para Windows.

RESULTADOS

Homogeneidad de varianzas. Calcula el estadístico de Levene para contrastar la igualdad de las varianzas de grupo. Esta prueba no depende del supuesto de normalidad. Además por medio de la prueba de homogeneidad de varianzas se determina la similitud que tienen las variables en los lugares de muestreo

Excluir casos según lista. Se excluyen de todos los análisis los casos con valores perdidos para la variable de factor o para cualquier variable dependiente incluida en la lista de variables dependientes en el cuadro de diálogo principal. Si no se han especificado varias variables dependientes, esta opción no surte efecto.

Una vez que se ha determinado que existen diferencias entre las medias, las pruebas de rango post hoc y las comparaciones múltiples por parejas permiten determinar qué medias difieren. Las pruebas de rango identifican subconjuntos homogéneos de medias que no se diferencian entre sí. Las comparaciones múltiples por parejas contrastan la diferencia entre cada pareja de medias y dan lugar a una matriz donde los asteriscos indican las medias de grupo significativamente diferentes a un nivel alfa de 0,05.

Cada grupo es una muestra aleatoria independiente procedente de una población normal. El análisis de varianza es robusto a las desviaciones de la normalidad, aunque los datos deberán ser simétricos. Los grupos deben proceder de poblaciones con varianzas iguales. Para contrastar este supuesto, se utiliza la prueba de Levene de homogeneidad de varianzas.

Variables Químicas	Estadístico de Levene	Sig.
Od	1.911	.034
Temp	.795	.656
Ph	1.586	.097
Po	1.685	.071
No	5.447	.000

Como se puede observar en el cuadro anterior, las variables Od, ph, po tienen homogeneidad, es decir, en los lugares de muestreo tienen algunos cierta similitud y, sin embargo, la temperatura no es homogénea en el transcurso de la investigación, pues la toma de la muestra en cada uno de los lugares de muestreo se realizó a diferentes horas del día.

Prueba de Duncan. Además de determinar que existen diferencias entre las medias, es posible que se quiera saber qué medias difieren. Existen dos tipos de contrastes para comparar medias: **los contrastes a priori y las pruebas post hoc**. Los contrastes a priori se plantean antes de ejecutar el experimento y las pruebas post hoc se realizan después de haber llevado a cabo el experimento. También pueden contrastar las tendencias existentes a través de las categorías.

Para cada grupo: número de casos, media, desviación típica, error típico de la media, mínimo, máximo, intervalo de confianza al 95% para la media. Prueba de Levene sobre la homogeneidad de varianzas, tabla de análisis de varianza para cada variable dependiente, contrastes a priori especificados por el usuario y las pruebas de rango y de comparaciones múltiples post hoc: Bonferroni, Sidak, diferencia honestamente significativa de Tukey, GT2 de Hochberg, Gabriel, Dunnett, prueba F de Ryan-Einot-Gabriel-Welsch (R-E-G-W F), prueba de rango de Ryan-Einot-Gabriel-Welsch (R-E-G-W Q), T2 de Tamhane, T3 de Dunnett, Games-Howell, C de Dunnett, prueba de rango múltiple de Duncan, Student-Newman-Keuls (S-N-K), Tukey b, Waller-Duncan, Scheffé y diferencia menos significativa.

Pruebas Duncan para cada una de las variables físico químicas con respecto a los lugares de muestreo:

Od

COD.OD	N	P ≤ 0.05
6.00	23	11.2174
5.00	24	11.2750
3.00	24	11.3250
4.00	23	11.3478
7.00	24	11.3583
2.00	24	11.4458
1.00	23	11.4652
9.00	9	11.8333
13.00	14	11.8429
10.00	5	11.9000
8.00	14	11.9143
11.00	14	11.9214
12.00	15	11.9267
Sig.		.133

Se puede ver que al realizar el análisis estadístico como el comportamiento de esta variable físico química en la cuenca es homogéneo; por tanto, se puede realizar el muestreo en un solo un lugar.

TEMP

	N	P ≤ 0.05					
COD.TEMP	1		2	3	4	5	6
COD.TEMP	1		2	3	4	5	6
1.00 23	22.8261						
1.00 23	22.8261						
2.00 24		23.8750					
2.00 24		23.8750					
3.00 24		24.3333	24.3333				
3.00 24		24.3333	24.3333				
4.00 23			24.7391	24.7391			
4.00 23			24.7391	24.7391			
6.00 23			24.7826	24.7826	24.7826		
6.00 23			24.7826	24.7826	24.7826		
5.00 24			24.9583	24.9583	24.9583	24.9583	
5.00 24			24.9583	24.9583	24.9583	24.9583	
7.00 24				25.3750	25.3750	25.3750	
7.00 24				25.3750	25.3750	25.3750	

9.00	14				25.5000	25.5000	25.5000
10.00	14				25.5000	25.5000	25.5000
12.00	15				25.5333	25.5333	25.5333
13.00	15					25.6000	25.6000
11.00	14						25.6429
8.00	14						25.7143
Sig		1.000	.213	.123	.062	.054	.081

La prueba de Duncan no es válida para la temperatura pues los lugares de muestreo no son homogéneos.

PH

COD.PH	N	P ≤ 0.05		
		1	2	3
13.00	15	6.3067		
9.00	14	6.3714	6.3714	
10.00	14	6.4000	6.4000	
12.00	15	6.4067	6.4067	
8.00	14	6.4643	6.4643	6.4643
11.00	14	6.4714	6.4714	6.4714
3.00	22	6.5500	6.5500	6.5500
5.00	22		6.5636	6.5636
2.00	22		6.5636	6.5636
6.00	21		6.6000	6.6000
7.00	22		6.6000	6.6000
4.00	21		6.6143	6.6143
1.00	21			6.6762
Sig.		.058	.070	.111
Sig.		.058	.070	.111

En la prueba de Duncan es factible determinar que el Ph se puede agrupar en tres niveles.

Fosfatos PO

COD PO	N	P ≤ 0.05			
		1	2	3	4
COD PO		1			
		1	2	3	4
3.00	22	9.786E-02			
3.00	22	9.786E-02			
5.00	22	.1127			
5.00	22	.1127			
2.00	22	.1216	.1216		
2.00	22	.1216	.1216		
7.00	22	.1258	.1258		

4.00	22	.1273	.1273		
6.00	22	.1490	.1490		
1.00	22	.1698	.1698	.1698	
11.00	14		.1920	.1920	
10.00	14		.1985	.1985	
9.00	14			.2258	.2258
12.00	14			.2269	.2269
13.00	14			.2269	.2269
8.00	14				.2738
Sig.		.071	.052	.150	.207

En la prueba de Duncan también es posible determinar que el Po se puede agrupar en cuatro niveles.

Nitratos NO

COD.NO	N P ≤ 0.05				
	1	2	3	4	5
2.00	21	.2191			
1.00	21	.2727			
4.00	21	.2963			
5.00	21	.3646	.3646		
3.00	21	.3715	.3715		
6.00	21	.4110	.4110		
7.00	21	.4567	.4567	.4567	
13.00	14	.5126	.5126	.5126	.5126
9.00	14		.6790	.6790	.6790
12.00	14			.7689	.7689
11.00	14			.7870	.7870
8.00	14				.8419
8.00	14			.8419	.8419
10.00	14				1.0861
10.00	14				1.0861
Sig.		.120	.084	.064	.068
Sig.		.120	.084	.064	.068

Al efectuar la prueba de Duncan se obtienen cinco grupos con características muy similares para realizar la muestra; es decir, para cubrir los trece puntos de muestreo.

Distribución de los diferentes grupos homogéneos en las variables físico químicas

	Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
pH	a			X					X	X	X	X	X	X
	b		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	c	X	X	X	X	X	X	X	X			X		
Po	a	X	X	X	X	X	X	X						
	b	X	X		X		X	X			X	X		X
	c	X								X	X	X	X	X
	d								X	X			X	X
No	a	X	X	X	X	X	X	X						
	b			X		X	X	X		X				X
	c							X		X		X	X	X
	d								X	X		X	X	X
	e								X		X	X	X	

Por lo tanto, después de realizada la prueba se observa un comportamiento por sectores en la cuenca.

En la tabla siguiente se aplica la Prueba de Duncan para determinar el comportamiento de los meses con las variables físico químicas.

	Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Od	a		X										
	b								X	X			
	c			X		X				X			
	d	X		X	X	X					X	X	
	e										X	X	X
	f						X					X	X
	g						X	X					
Ph	a	X					X	X	X	X	X		
	b	X	X			X			X	X	X		
	c		X	X		X					X		
	d		X	X		X							X
	e		X	X	X							X	X
Po	a	X	X	X						X	X		
	b			X	X				X	X	X	X	X
	c			X				X	X	X	X	X	X
	d			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
No	a	X	X	X	X	X	X		X				
	b		X		X		X		X				X
	c				X		X		X	X			X
	d						X			X	X	X	X
	e							X		X	X	X	X
Tmp	a	X	X										X
	b		X	X									X
	c			X			X					X	
	d						X	X		X	X	X	
	e				X	X	X			X	X		
	f				X	X			X				

Se puede ver que al realizar la prueba de homogeneidad de las variables físico químicas con respecto a los meses de muestreo se determina que sus medias son casi idénticas o muy similares, por tal motivo cuando se haga la prueba de Duncan se pueden agrupar los meses.

CONCLUSIONES

Al hacer un análisis estadístico matemático de las variables físico químicas analizadas en la cuenca del Río San Carlos se pueden ir elaborando modelos matemáticos, de tal manera que se facilite el muestreo de la cuenca, de este modo se pueden reducir significativamente los puntos de muestreo, ilustrado en la investigación en marcha sobre la cuenca del río San Carlos, en donde se pasó de trece puntos de muestreo a solo cinco para cubrir toda la cuenca.

Además al realizar un análisis de los datos obtenidos en cada uno de los meses del año con respecto a cada variable se reduce el margen temporal a solo seis meses al año.

De esta manera, en los estudios que se hagan en la cuenca se puede ejecutar un monitoreo continuo de la cuenca para determinar su estado en todo momento. Algunas variables no hace falta analizarlas en todo momento, pues su comportamiento es similar en todo el río.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, Dagoberto y Rodríguez, Lucía: *Mapa de Zonas Bioclimáticas de la Región Huetar Norte de Costa Rica*. GTZ-COSEFORMA-MINAE, 1996.
- Blanco, M; Guerrero, H; Rodríguez, R.: *Análisis físico químico microbiológico y de fauna bentónica, Río Peje*. Santa Clara, I.T.C.R. Colegio Científico Sede San Carlos, 1996.
- Comité Consultivo Permanente para el Desarrollo de los Recursos Forestales de la Región Huetar Norte: *Marco Orientador para el análisis de los problemas y potencialidades de los recursos forestales de la Región Huetar Norte, Costa Rica*. G.T.Z. COSEFORMA, 1996.

- CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL AMBIENTE Y EL DESARROLLO: *Protección y Suministro de Agua*. 1992.
- Coto, J., Sánchez, V. : *Caracterización físico, química y biológica de los ríos de la Subregión de Heredia y estrategia para su recuperación*. I Congreso de Ciencia y Tecnología. Química. San José, Costa Rica. 1989.
- Molina, Jorge Rolando: *San Carlos: El Marco político-administrativo, geográfico e histórico de la Región Huetar Norte*. Ciudad Quesada, COOCIQUE R.L. 1996.
- Mora, G.B. y otros: *Informe final de diagnóstico socioambiental en el Valle de El Guarco*. I.T.C.R., Cartago, Costa Rica. 1988.
- Proyecto Estado de la Nación: *Cuarto informe sobre Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible*. San José, Proyecto Estado de la Nación, 1997.
- Proyecto Estado de la Nación: *Estado de la Región en Desarrollo Humano Sostenible*. San José, Proyecto Estado de la Nación, 1999.
- Sánchez Hidalgo, Antonio: *Datos básicos Región Huetar Norte*. Ciudad Quesada, MIDEPLAN, 1989.
- SOLIS Porras Róger: *Determinación de la erosión hídrica y pérdida de nutrimentos en cítricos y pastos en la Región Huetar Norte (San Carlos)* Tesis I.T.C.R. Escuela de Agronomía. 1993.
- WHITTON, B.A.: *River Ecology*. Blackwall Scientific Publications. Oxford, London. 1975.



SSC-TEC
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Sede San Carlos

