

La gestión integrada de los recursos naturales, agua y suelo, como estrategia para mitigar el impacto del cambio climático

MARÍA TERESA HOLGUÍN AGUIRRE / MARÍA DEL PILAR SÁNCHEZ MUÑOZ *

FECHA DE RECEPCIÓN: 16/12/2014; FECHA DE APROBACIÓN: 13/04/2015

RESUMEN: La gestión integral de los recursos naturales, a través de sus diversas formas de planeación, debe permitir el manejo sistémico de los ecosistemas en un territorio, la conservación del ambiente para las generaciones presentes y futuras y, por ende, el desarrollo sustentable de una región. Algunos de estos mecanismos en Colombia son los planes de ordenamiento territorial y de cuencas hidrográficas, los cuales se analizan a la luz de la gobernanza, la eficiencia energética y la seguridad alimentaria. Se concluye que existe una extensa normatividad para el cuidado, protección y manejo de los recursos naturales, pero se deben robustecer los procesos de seguimiento y control de las políticas, decretos y demás normas ya establecidas, así como los espacios de participación ciudadana. Igualmente, los gobiernos deben potenciar el uso de energías alternativas que disminuyan la dependencia de los combustibles fósiles y los biocombustibles, que ponen en riesgo la seguridad alimentaria. Además, es fundamental incentivar el uso de biomasa residual de procesos productivos para evitar problemas futuros en la producción y abastecimiento de alimentos para la población. Finalmente, se requiere fortalecer la educación, la formación ambiental y la investigación relacionada con la eficiencia energética y con el cambio climático, para avanzar en el desarrollo de alternativas más amigables con el medio ambiente, con la salud de las diferentes especies y el mejoramiento de la calidad de vida de los individuos.

PALABRAS CLAVE:

- recursos naturales
- cuenca hidrográfica
- cambio climático
- biocombustible
- seguridad alimentaria.

The integrated management of the natural resources, water and soil, as strategy to mitigate the climate change impact

ABSTRACT: The integrated management of the natural resources, throughout different planning forms, should allow the systemic management of the ecosystems in a territory, the conservation of the environment for the remaining and future generations, and also, the sustainable development of a region. Some of these mechanisms in Colombia are the Land Use Plans (Planes de Ordenamiento Territorial –POT) and watersheds, which are analyzed in light of the governance, the energetic efficiency and the food security. As a conclusion we found that there is an existence of an extensive normativity for the care, protection and management of the natural resources, but all the monitoring process and the control of all the policies, laws and norms established must be strengthened, even the spaces for the citizen participation. Likewise, the governments should maximize the use of the alternatives energies that decrease the dependence of the fossil fuels and the biofuels that put in risk the food security. Along with this is fundamental to encourage the use of residual biomass of productive process to avoid future problems in the production and supplying food for the population. Finally, is required to enforce the education. The environmental education, and the research related with the energetic efficiency and the climate change, to advance in development of more friendly alternatives with the environment, with the health of different species and the improvement of the people life quality.

KEYWORDS:

- Natural Resources
- Watersheds
- Climate Change
- Biofuel
- Food Security

* Licenciada en Química y Biología de la Universidad Libre. Especialista en Evaluación de Impacto Ambiental del Instituto de Investigaciones Ecológicas de España. Especialista en Manejo Integrado del Medio Ambiente de la Universidad de Los Andes. Magister en Ciencias de la Educación con Énfasis en Gestión Educativa de la Universidad Libre. Postulante a Doctora en Desarrollo Sustentable de la Universidad de Manizales. Docente Investigadora de la Facultad de Ciencias Económicas Administrativas y Contables de la Universidad Libre, Bogotá, Colombia.

**Postulante a Doctora en Desarrollo Sustentable, Universidad de Manizales. Magister en Economía, Universidad Nacional de Colombia. Economista, Universidad Católica de Colombia. Docente investigadora de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Investigadora del Grupo de Investigación *Economía y Desarrollo Humano*.

Introducción

El desarrollo sustentable, desde una mirada sistémica de lo social, político, económico y ambiental sólo será posible a través de la gestión integral de los recursos naturales para la generación de estrategias que permitan mitigar los impactos del cambio climático y otros impactos generados por las actividades antrópicas.

Lo anterior exige el reconocimiento del territorio en todas sus dimensiones, donde cada contexto requiere de un manejo específico. No es acertado adoptar estrategias de forma idéntica en territorios distintos, pues las particularidades de cada lugar generan interacciones de orden biofísico, social y económico, diferentes en cada región, que muchas veces tienen impactos negativos sobre el ambiente y, por ende, en la calidad de vida de las comunidades.

La gestión eficiente de los recursos naturales exige conocer las características específicas de cada zona donde se llevan a cabo procesos de desarrollo. Es usual encontrar que para el desarrollo de un territorio participan muchas personas en su planeación, personas que nunca interactúan entre sí, y que conocen desde su especialidad sólo una parte del contexto y aun así toman decisiones a nivel general que afectan de manera directa el bienestar de los ecosistemas en todas sus dimensiones. Por ello, es fundamental que independiente de sus perfiles profesionales y roles las personas que trabajan en estos temas realicen ejercicios de reconocimiento de la totalidad del contexto.

Es así que la toma de decisiones respecto a temas como la garantía del suministro de agua potable para las comunidades, la seguridad alimentaria, el tipo y cantidad de energía que va a usar la población y sus medios de transporte, requiere la identificación de datos fundamentales. Entre ellos, aspectos biofísicos como latitud, altitud, temperatura promedio, humedad relativa, pluviosidad y extensión. Asimismo, datos socioeconómicos como extensión, población, oferta y consumo de agua (fuentes de agua: ríos, riachuelos, lagunas, represas), oferta y consumo de combustibles *per cápita*, producción *per cápita* de residuos y manejo y disposición final de los mismos, entre otros, con el fin de garantizar la disponibilidad de recursos en el tiempo no sólo para mantener el flujo de la economía, sino para mejorar la calidad de vida de las comunidades y el equilibrio de los ecosistemas.

Son necesarios también, para la toma de decisiones respecto al uso racional de los recursos naturales y en particular del uso del agua, conocer datos de orden económico como de producción a nivel de industrial (toneladas de producto/día), producción agrícola y ganadera, así como el reconocimiento de las necesidades alimentarias de la comunidad, las cuales varían según los pisos térmicos, la cultura y la economía predominante, entre otras.

Por lo anterior, es fundamental reconocer que para que el desarrollo sustentable se requiere de la participación de los actores sociales ejerciendo sus funciones de gobernanza, además del trabajo interdisciplinario que permita dar una mirada de los problemas y sus soluciones de manera sistémica. El trabajo intersectorial debe ser una meta de los equipos que intervienen en la planificación y ordenamiento del territorio, así como la participación ciudadana desde espacios de sensibilización, capacitación, cogestión y concertación.

En este sentido, se analizan aspectos como la gobernanza, la eficiencia energética y la seguridad alimentaria desde una mirada integral y abordando diferentes perspectivas. El artículo presenta, inicialmente, la relación existente entre el ordenamiento del territorio y el desarrollo sustentable para, en un segundo momento, centrar su atención en la importancia del ordenamiento de cuencas hidrográficas como herramienta de conservación de los recursos naturales. En un tercer momento, se exponen los procesos de adaptación al cambio climático, tales como la producción de formas alternativas de energía a través de biocombustibles y su efecto sobre la seguridad alimentaria. Por último, se presentan las conclusiones.

1. El desarrollo sustentable en el ordenamiento del territorio

Hace ya varias décadas, la humanidad ha empezado a darse cuenta que no se puede tener una sociedad o economía saludables en un mundo con tanta pobreza y degradación del medio ambiente. De acuerdo con Keating, citado por García y Campos,¹ “el desafío es lograr un desarrollo ecológicamente menos destructivo y hacer la transición hacia formas sustentables de estilos de vida y de desarrollo”.

En los últimos años ha surgido un debate en torno al concepto de desarrollo. En la década de los sesenta los economistas plateaban que el desarrollo se medía por el crecimiento anual del PIB per cápita. Sin embargo, sólo a finales del siglo veinte, a raíz de los llamados internacionales que emergieron desde los años 60 y 70 [con Rachel Carson y *La Primavera Silenciosa*, así como la *Conferencia de la Biosfera* (París, 1968), las conferencias de Naciones Unidas, Founex, Suiza (1971) Estocolmo (1972), Tbilisi

¹ A. García, y J. Campos, “Enfoques de manejo de recursos naturales a escala de paisaje: convergencia hacia un enfoque ecosistémico, en *Gestión integrada de recursos naturales a escala de paisaje*, número 1, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 2005, p.1.

(1977), Brundtland (1987), Rio de Janeiro (1992), Tesalónica, (1997) y Johannesburgo (2002)], el análisis del desarrollo incluyó aspectos relacionados con el entorno, el ambiente y las relaciones entre los individuos, lo que generó un cambio en el modelo tradicional de gobierno.

Es por ello que los conceptos de desarrollo modernos contemplan esta dimensión, es así que Couto anota que “el desarrollo se relaciona con esferas que incluyen la participación (democrática, como activo de la ciudadanía), la seguridad, la sostenibilidad, la garantía de los derechos humanos, todas estas necesarias para gozar de respeto por sí mismo y tener la posibilidad de pertenecer a una comunidad”.²

Otro aspecto considerado como fundamental, a la hora de hablar de desarrollo en la actualidad, es el tema de gobernabilidad. Entendida como el conjunto de sistemas políticos, sociales, culturales, económicos y administrativos necesarios para gestionar los recursos del país. Un territorio se desarrolla en la medida en que se garantiza la calidad de vida de su población sin afectar los ecosistemas, y para ello se requiere de la colaboración, a nivel nacional e internacional, entre gobiernos, autoridades locales, industrias y ciudadanos, con el fin de garantizar la aplicación de políticas que regulen el uso y eviten la sobreexplotación de los recursos naturales como el agua y el suelo. Para ello se requiere un plan estratégico que integre el desarrollo de la región, el cual viene siendo abordado en Colombia a través de los planes de ordenamiento territorial (POT).

El ordenamiento territorial de un país, región o entidad debe ser el resultado de la incidencia espacial de las políticas ambientales, las políticas sectoriales de desarrollo (económico, social y cultural) y de manejo político-administrativo del territorio. La política de ordenamiento territorial, como estrategia de planificación, procura vincular las políticas anteriores al territorio, dicho en otras palabras, territorializar las estrategias de desarrollo.³ Sin embargo, dicho ordenamiento depende de la ética, responsabilidad y conocimientos de las personas que intervienen en su planificación.

En ocasiones se plasman en los documentos aspectos que responden a intereses de algunas minorías poderosas y no representan los intereses de toda la sociedad, particularmente en lo que tiene que ver con la explotación masiva de los recursos mineros. Para todos es sabido que la minería es uno de los proyectos económicos que más impacta de forma negativa al territorio y a sus comunidades, sin embargo la priorizan como fundamental para la economía del país.

Como lo señala Boisier, el territorio es “todo recorte de la superficie terrestre, pero no cualquier territorio interesa desde el punto de vista del desarrollo”.⁴ En términos del equilibrio de los ecosistemas no es posible pensar que algún

territorio pueda no tener valor o ser interesante. Una perspectiva del desarrollo que contempla el interés de cada territorio solamente por lo que produce en términos económicos es un desarrollo que olvida la complejidad de los sistemas en sus interacciones ecosistémicas. Por ejemplo, los desiertos a pesar de su baja productividad agrícola son importantes para la regulación de la temperatura en el planeta, sin los desiertos la tierra sería muy fría. Por tanto, cada territorio tiene su valor no sólo para el hombre sino para el resto de las especies con las cuales también él debe guardar el equilibrio.

El Plan de Ordenamiento Territorial en Colombia es definido por la Ley 388 de 1997, en su Artículo 9: como el instrumento básico para desarrollar el proceso de ordenamiento del territorio municipal y la Ley 152 de 1994, Artículo 41 dice que deberá ser el producto de una efectiva participación de los diferentes actores sociales relacionados con la dinámica territorial. Para ello, la administración municipal o distrital deberá garantizar la participación y la concertación en la formación del plan.

Massiris señala que:

las experiencias y conceptualizaciones sobre ordenamiento territorial en el mundo permiten [entender] que se trata de una política de Estado y un proceso planificado de naturaleza política, técnica y administrativa, cuyo objeto central es el de organizar, armonizar y administrar la ocupación y uso del espacio, de modo que éstos contribuyan al desarrollo humano ecológicamente sustentable, espacialmente armónico y socialmente justo. El ordenamiento territorial (OT) debe permitir darle un uso óptimo al territorio, protegiendo el medio ambiente y reduciendo las inequidades territoriales que se presentan actualmente en Colombia, por lo que es imperiosa la necesidad de incluir en los planes de ordenamiento territorial las estrategias para el manejo eficiente de los recursos naturales. En especial, el ordenamiento de la cuenca es de crucial importancia para garantizar el porvenir de las generaciones futuras.⁵

² S. Couto, “Los retos del desarrollo humano en el territorio: experiencias en Brasil y Colombia”, en *Revista Equidad y Desarrollo*, No. 17 (enero-junio), 2012, p. 18.

³ M. Cabeza, “Racionalidad espacial de la actual división político-administrativa de Colombia: hacia una nueva regionalización departamental”, *Tesis de grado de Magister en Geografía*, Programa de Estudios de Posgrado en Geografía, 1987, recuperado en agosto de 2014.

⁴ S. Boisier, “*Desarrollo (local). ¿De qué estamos hablando?*”, CEPAL, Santiago de Chile, Chile, 1999, p. 6.

⁵ Á. Massiris, “Ordenamiento territorial y procesos de construcción regional”, Biblioteca Luis Ángel Arango del Banco de la República, 2010, <http://www.banrepultural.org/blaavirtual/geografia/masir/inicio.htm>

Los territorios se conforman como unidad de análisis e intervención en tanto existen en la constitución misma de las sociedades. Ordenar los territorios implica acotar el espacio, las características del mismo y los recursos que se ofrecen para el desarrollo del habitar humano, así como las capacidades iniciales de un sistema productivo y económico, la distribución político-administrativa y la construcción de instituciones.

2. Ordenamiento de cuencas para la administración sustentable de los recursos naturales

El proceso de establecer las reglas de juego, formales e informales, para el uso del agua para todos los actores, gobiernos nacionales y locales, sector privado y sociedad civil en general, es lo que se llama la gobernabilidad del agua. Dentro de ésta, como parte del ordenamiento del territorio, se incluyen aspectos como salud, seguridad alimentaria, desarrollo económico, uso de la tierra, abastecimiento y preservación del entorno natural.

La gobernabilidad del agua requiere de la participación activa de todos los actores para asignar, aprovechar y gestionar los recursos naturales, teniendo en cuenta aspectos políticos, sociales y administrativos.

La ordenación de las cuencas hidrográficas, es parte de la gestión integral de los recursos naturales, por cuanto permite al Estado planificar su uso y desarrollar proyectos que permitan su conservación, preservación, protección, prevención y/o restauración.

En Colombia se reguló el manejo de los recursos naturales renovables a través del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente de 1972, planteando, en el Capítulo III, los lineamientos generales relacionados con las cuencas hidrográficas. Este decreto “reglamenta los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) y los legitima como norma de superior jerarquía y determinante de los Planes de Ordenamiento Territorial”.⁶ Estos planes que son competencia de las autoridades ambientales regionales, deben contener además del diagnóstico, la formulación y la ejecución de los proyectos, un plan de seguimiento y evaluación acorde con las necesidades de la cuenca.

⁶ IDEAM, “Guía para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia”, segunda versión, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Bogotá D.C., 2010, p. 4.

⁷ C. Zamudio, “Gobernabilidad sobre el uso hídrico en Colombia: entre avances y retos”, en *Revista Gestión y Ambiente*, Vol. 15, No. 3, 2012, p. 102.

En la Constitución Política de Colombia, 1991, Capítulo III: Derechos colectivos y del ambiente, se le entrega al Estado la potestad para manejar y aprovechar los recursos naturales, de tal manera que se garantice el desarrollo sustentable y la conservación, restauración o sustitución de los mismos, para la organización del territorio.

Según el *Decreto 1729* de 2002, que reglamenta sobre el *Decreto 2811* en el tema de cuencas, en su Artículo 1 señala que una cuenca u hoyo hidrográfica se define como “el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar”. El mismo decreto, en su Artículo 4, plantea que el objetivo principal de ordenar la cuenca es “establecer un manejo sustentable de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos”.

En lo que respecta a la gestión integral del recurso hídrico se cuenta además con la Política Nacional para la Gestión del Recurso Hídrico de 2010 y con el Decreto Nacional 1640 de 2012 por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se observa que aunque en Colombia existen reglas de juego formales para la gestión integral del recurso hídrico y el manejo de cuenca, se presentan aún muchas dificultades que no han permitido generar una gobernabilidad del agua capaz de desarrollar el territorio. Entre las falencias se encuentran la ausencia de armonización de las políticas locales, el desinterés de las comunidades por participar en la construcción de herramientas efectivas, así como la falta de coordinación entre los diferentes actores sociales (gobierno, sector privado y sociedad civil).

El órgano Water Governance Facility, adscrito al PNUD, plantea que la gobernabilidad del agua tiene tres pilares estructurales:

- 1) los marcos normativos y legislativos para proteger los recursos hídricos y garantizar agua para el desarrollo social y económico; 2) las instituciones para la gestión del agua que faciliten la participación de todos los interesados de forma transparente y de manera responsable; y 3) los mecanismos y reglamentos para la toma de decisiones que permitan un uso responsable del poder político, óptimo uso de los recursos, el desarrollo sustentable y la sostenibilidad ecológica.⁷

Un proceso de ordenación concebido para aplicar en las cuencas debe estar orientado por principios que sean comunes a cualquier ejercicio de planificación. En este sentido, el IDEAM ha definido con las autoridades ambientales los principios orientadores que se relacionan a continuación:

- Principio 1: construcción local de lo regional con visión nacional y solidaridad global.
- Principio 2: proceso permanente de participación, concertación, planeación, ejecución, seguimiento y ajuste con todos los actores.
- Principio 3: enfoque sistémico y gestión integral.
- Principio 4: construcción articulada, compartida y transparente de la información y del conocimiento.
- Principio 5: equidad social en el acceso a los recursos naturales y respeto al patrimonio cultural y natural.
- Principio 6: convivencia y competitividad sustentable.

Se considera que para realizar una planificación más adecuada del territorio la cuenca se convierte en el eje articulador y “el sistema hídrico se constituye en un componente estructurante para la evaluación del patrimonio natural que ha de ser ordenado, ya que a partir de este componente es posible reconocer interrelaciones e interdependencias entre el sistema natural y los sistemas socioeconómicos y culturales”.⁸

El enfoque sistémico es tal vez el más aplicable para abordar la conceptualización de cuenca hidrográfica y su posterior desarrollo, ya que facilita el conocimiento de su estructura y función en términos que pueden definir elementos y relaciones. Además, permite analizar y evaluar factores involucrados dentro de contextos mayores o menores desde diversos escenarios (administrativos, económicos, naturales, socioculturales, etcétera).⁹

Algunos de los instrumentos que pueden ser utilizados para la adecuada planificación de las cuencas son: establecer planes de ordenamiento claros, objetivos de calidad, tasas por el uso del agua, incentivos tributarios, sobretasas ambientales, reglamentación específica para el uso de los recursos naturales y consejos de cuencas, entre otros.

El ordenamiento de la cuenca hídrica implica definir propósitos de conservación, identificar la demanda y la oferta hídrica y establecer la relación entre ellas para definir las estrategias de optimización del consumo de agua necesaria para la población y para el uso en los procesos agrícolas, la producción de biocombustibles o energías renovables, y la producción en general de bienes y servicios necesarios para satisfacer las necesidades de la población.

Dentro de las prioridades establecidas para el uso del agua se tiene como primera el abastecimiento de agua potable para la población. Para ello es necesario garantizar el tratamiento de los afluentes del río o la fuente hídrica de

mayor oferta, teniendo que “más de 80% de las cabeceras municipales se abastecen de fuentes de agua pequeñas, como arroyos, quebradas y riachuelos, que no garantizan la disponibilidad. Además, los grandes asentamientos humanos y los polos de desarrollo industrial, agrícola, pecuario e hidroenergético en el país se han dado en regiones donde la oferta hídrica es menos favorable, lo que ha generado presiones sobre el recurso y señales preocupantes por los problemas de disponibilidad de agua en algunos municipios y áreas urbanas, en especial durante periodos con condiciones climáticas extremas (como los fenómenos de El Niño y La Niña)”.¹⁰

Por lo anterior, la segunda prioridad está relacionada con el agua necesaria para garantizar la seguridad alimentaria. Y la tercera es la promoción de sectores que generen crecimiento económico como la producción de energía y aquellas actividades generadoras de empleo. En este proceso es fundamental siempre considerar el valor del caudal ecológico que se debe conservar en la fuente.

Según el IDEAM, la oferta hídrica en el país experimenta una disminución progresiva a causa de las limitaciones de uso por la calidad del agua, afectada por la contaminación producto de las actividades socioeconómicas e industriales, por los aportes de sedimentos provenientes de fenómenos erosivos y por los procesos de degradación de las cuencas. De no tomarse medidas de conservación y manejo adecuadas, para 2015 y 2025, respectivamente 66% y 69% de los colombianos podrían estar en riesgo alto de desabastecimiento en condiciones hidrológicas secas.¹¹

Dentro de las estrategias generales que se deben adoptar para el ordenamiento de la cuenca están las relacionadas con la conservación, restauración y uso sustentable del ecosistema, los proyectos de investigación sobre los elementos biogeográficos de la zona, la reforestación en las zonas de nacimiento del agua, la financiación de los proyectos de inversión, el uso adecuado del recurso hídrico, la gestión del riesgo, la concesión de aguas superficiales y subterráneas,

⁸ IDEAM, *op. cit.*, 2010, pp. 12 y 13.

⁹ IDEAM, *Guía técnica científica para el ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia*, 2004, p. 18, recuperado en agosto de 2014, de <http://190.25.225.118/esing/MAESTRIA/DVD4/GESTION%20DEL%20RIESGO%20DE%20DESASTRES/FASE%201%20PREVENCIÓN/II.%20REDUCCIÓN/a.%20Intervención%20prospectiva/2.%20Ordenamiento%20de%20cuencas/Guia%20ordenamiento%20de%20cuencas.pdf>.

¹⁰ C. Zamudio, *op. cit.*, 2012, p. 107.

¹¹ *Ibid.*

el tratamiento de aguas residuales y servidas (provenientes de aguas residuales domésticas, de estaciones de servicio de combustible, de aguas de escorrentía, de lixiviados del relleno sanitario y aguas residuales de las industrias), para evitar que los residuos contaminen las cuencas.

Específicamente, para optimizar el uso del agua en los procesos agrícolas, industriales y domésticos hay que tener en cuenta los efectos en el cambio climático generados por las actividades antrópicas y las características socioeconómicas y biofísicas de la cuenca. No obstante, existen algunas estrategias que desde diferentes escenarios pueden ser aplicadas para mitigar el impacto de dichas actividades. Algunas de estas estrategias son:

- Implementar un sistema de medición del consumo domiciliario y tarifario, de tal forma que se tenga en cuenta que existe un consumo básico. Además, el consumo complementario y suntuario debe ser considerado como exceso y debe ser castigado con mayores tarifas.
- Para incentivar la reducción en el consumo de agua por parte de la población se debe aplicar una estructura tarifaria en donde se castigue a aquellos hogares que excedan el consumo hídrico mínimo necesario establecido por la OMS que es de 25 litros día *per cápita*. En otras palabras, establecer una tarifa discriminada de segundo grado, en donde cada litro excedido tenga un valor unitario mayor.
- Aplicar un sistema tarifario para las concesiones de agua para riego.
- Implementar plantas de tratamiento de aguas residuales en las actividades productivas.
- Diseñar un mecanismo de contribuciones obligatorias para conservar las fuentes hídricas y para financiar medidas de conservación, educación ambiental y manejo de reservas.
- Establecer estrategias de almacenamiento y aprovechamiento de aguas lluvias.
- Sensibilizar y capacitar a la comunidad acerca de la necesidad de reducir el uso del agua.
- Desarrollar programas para involucrar a la comunidad en soluciones respecto al manejo integral de la cuenca, donde se prioricen aspectos de reducción en el consumo, reutilización, conservación y reconocimiento de la oferta socioambiental del territorio.
- A la entidad ambiental competente le corresponde realizar el seguimiento, monitoreo y control de los recursos hídricos y su respectivo control con indicadores biológicos, con base en las disposiciones del *Decreto 3930* de 2010 donde se establecen los parámetros del recurso hídrico y de vertimientos.
- Igualmente, se pueden establecer compensaciones o impuestos de ayuda, construir diques en las zonas cos-

terras, modificar las actividades agrícolas en una cuenca vulnerable a la erosión, cambiar la localización de la población y sensibilizar a los miembros de la comunidad sobre la importancia de la conservación de la cuenca.

Un territorio ordenado alrededor del agua requiere una gobernabilidad que permita regular y gestionar el recurso hídrico, de tal forma que se puedan establecer con claridad las fuentes de abastecimiento y los requerimientos de este recurso para lograr su uso eficiente para consumo humano, para la producción de comida, para lo que la naturaleza requiere y para la industria.

La utilización de fuentes de energía renovables, por ejemplo, a través de las aguas contaminadas, puede reducir la presión que existe sobre el consumo de agua en la actualidad. No obstante, esto no es suficiente. Se hace necesario concientizar a los ciudadanos del cuidado del recurso hídrico, desarrollar tecnologías que reduzcan el consumo en riego y en los procesos productivos y verter la tendencia consumista que en la actualidad se está presentando tanto a nivel nacional como internacional. Todo esto sólo se hará realidad si en el territorio se plantea y se desarrolla la gobernabilidad del agua en los tres pilares estructurales nombrados anteriormente.

Desde una mirada crítica, muchos de los POMCA en Colombia son documentos muy generales y no especifican a través de qué estrategias se alcanzarán metas de desarrollo sustentable. Algunos omiten identificar las estrategias para la obtención de energía, tipos de combustibles, iluminación y demás, aun a pesar de que ello también demanda el uso de recursos naturales. La mayoría de los POMCA integran aspectos como el manejo integrado de la minería, en las zonas donde se cuenta con estos recursos. Sin embargo se considera que en este tipo de planes debería limitarse el desarrollo minero, pues está demostrado el impacto negativo de orden social, económico y ambiental que genera la minería en las zonas donde se desarrolla y que los beneficios económicos son en realidad para los grandes monopolios, pues difícilmente llegan a las comunidades las regalías por dicha explotación y si llegan nunca se compensan realmente los impactos negativos causados, por lo que es importante potenciar formas más sustentables de producción y construcción.

Los POMCA en general contemplan el fortalecimiento del sector agropecuario mediante tecnificación, promoción de la agricultura orgánica, diversificación de cultivos, implementación de prácticas sustentables, desarrollo de granjas autosuficientes, establecimiento de sistemas agroforestales y silvopastoriles, pero algunos son tan generales que no presentan ninguna recomendación sobre el tipo de plantas que debe potenciarse en la cuenca tanto para reforestación o para la agricultura, ni tampoco especifican aspectos relacionados con la bioingeniería como estrategia

para ampliar el desarrollo sustentable desde prácticas que integran el manejo de coberturas vegetales con procesos ingenieriles para la conservación de suelos y el control de la erosión (eólica, hídrica o por laboreo), por ejemplo combinación de los cultivos con cercas vivas, recuperación de taludes por uso de plantas, mallas biodegradables y establecimiento de terrazas, así como el uso de los residuos de los cultivos para coberturas, para disminuir la evapotranspiración o innovación tecnológicas, por ejemplo para la producción de herbicidas y pesticidas orgánicos.

Para lograr una mejor relación de las zonas urbanas y rurales con el recurso hídrico se debe centrar la atención en la disminución de vertidos y el tratamiento de aguas residuales antes de ser descargadas a los ríos. Es necesaria la realización de programas de recuperación de las cuencas con el fin de mitigar los impactos negativos de la contaminación hídrica sobre los servicios ecosistémicos.

3. Procesos de adaptación al cambio climático

La adaptación hace referencia a todas aquellas acciones, naturales o antrópicas, que reducen los efectos negativos del cambio climático o que potencian las oportunidades que puede generar. Es la capacidad que tiene un sistema para ajustarse al cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos, para disminuir los daños potenciales, tomar ventaja de las oportunidades o combatir con las consecuencias.¹²

El cambio climático, sin duda, afecta el ciclo hidrológico [...] La incorporación de la adaptación al cambio climático en la gestión sustentable de la tierra y el agua es, por lo tanto, de suma importancia para la región en su conjunto.¹³ Teniendo en cuenta que dicho cambio es generado entre otras razones por el aumento de emisiones de gases efecto invernadero, provenientes de la producción y uso de los combustibles fósiles, se requiere de la conversión energética hacia formas menos contaminantes como el caso de los biocombustibles y otras formas energía alternativas como la eólica y la solar, que no comprometan la seguridad alimentaria de la población.

3.1 Biocombustibles, una forma de energía alternativa para reducir emisiones de efecto invernadero

Sin duda la energía ha sido una necesidad de todos los tiempos en la historia de la humanidad, se ha recurrido a todas las maneras posibles para obtenerla, desde las épocas primitivas con la fricción de las piedras, la utilización de la leña, del carbón de piedra, la energía eléctrica y, con predominancia en el último siglo, los combustibles fósiles, a pesar de sus efectos dañinos en todo el sistema. Sin embargo, hoy por hoy los biocombustibles se han constituido en

una posible respuesta a la sustitución de los combustibles fósiles necesarios en el sector del transporte, especialmente la biomasa vegetal ha surgido como una opción más amigable con el medio ambiente que se perfila como un modelo de producción de energía altamente sustentable.

Actualmente existe preocupación mundial por el cambio climático, sumado al aumento de la demanda de energía y la volatilidad de los precios del petróleo, lo que ha llevado a buscar fuentes alternativas de energía que sean a la vez económicamente eficientes y ambientalmente sustentables.¹⁴

Las razones ambientales se han constituido como una de las causas por las cuales los hidrocarburos están pasando a un segundo plano, pero de igual manera no se puede desconocer que el agotamiento es una de las más poderosas razones. Por otra parte, no todos los países cuentan con yacimientos petrolíferos, lo que a su vez constituye una razón más para que países que no tienen este tipo de recursos se esfuercen por encontrar otras fuentes de energía.

Los daños que causan al planeta las emisiones, producto del consumo masivo de combustibles derivados del petróleo, como la gasolina y el diésel, son conocidos pero, por otra parte, se está pasando de la dependencia de los hidrocarburos a una explotación agrícola intensiva no muy razonable. Miles de hectáreas normalmente destinadas para cultivos de alimentos ahora son limitadas por la producción de materia prima para biocombustibles.

Biocombustible es el término con el cual se denomina a cualquier tipo de combustible que derive de la biomasa, nombre dado a cualquier materia orgánica que se haya derivado de animales y vegetales como resultado de un proceso de conversión fotosintético; la energía de la biomasa deriva del material vegetal y animal, como la madera de los bosques, los residuos de procesos agrícolas y forestales, de la basura industrial, humana o animal.¹⁵

¹² IPCC, *Cambio climático 2007. Resumen para responsables de políticas. Base de ciencia física*. Contribución del Grupo I de trabajo al cuarto informe de evaluación del IPCC, Cambridge, Reino Unido, 2007.

¹³ Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), "Asistencia a los países Andinos en la Reducción de Riesgos y Desastres en el Sector Agropecuario". *Informe de Política 4. Informe de Cuencas*, 2010, recuperado en agosto de 2014, de <http://www.fao.org/climatechange/35946-0aa034cebf17b760d12446f520409727a.pdf>

¹⁴ Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, *Towards Sustainable, Production and Use of Resources: Assessing Biofuels*, 2009, recuperado en agosto de 2014, de http://www.palermo.edu/Archivos_content/derecho/pdf/Lcw0445e.pdf

¹⁵ M. Hernández y J. Hernández, "Mitos y Verdades de los Biocombustibles", en *Revista Elementos*, vol. 71, 2008, recuperado en agosto de 2014, <http://www.elementos.buap.mx/num71/pdf/15.pdf>.

Los biocombustibles se obtienen a partir de productos ricos en sacarosa, almidón o celulosa para la producción de bioetanol¹⁶ y productos ricos en aceites para el caso del biodiesel.¹⁷ Dentro de los productos ricos en sacarosa se encuentra la caña de azúcar, la melaza, el sorgo dulce y la remolacha, entre otros;¹⁸ mientras que entre los cultivos con alto contenido de almidón para la producción de biocombustibles se encuentran los cereales, básicamente maíz, trigo y cebada, o también diferentes cultivos con raíces o tubérculos almacenadores de almidón como papa o yuca.¹⁹

La variedad de cultivos aptos para la elaboración de biocombustibles muestra que existe un potencial para impulsar varios sectores agrícolas, que además se convierten en oportunidades de desarrollo rural y generación de empleo. Sin embargo, la expansión de cultivos agrícolas, enfocada a la producción de alcohol y aceites vegetales como alternativas energéticas, no goza únicamente de potenciales efectos positivos, sino que presenta a la vez potenciales efectos negativos,

¹⁶ K. Gray, L., Zhao y M. Emptage, "Bioethanol", *Curr. Opin. Chem. Biol.*, 2006, obtenido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16522374>.

¹⁷ A. Demirbas, *Importance of biodiesel as transportation fuel*, 2007, recuperado en agosto de 2014, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421507001516>

¹⁸ J. Goldemberg, "Ethanol for a sustainable energy future", *Science*, 2007, recuperado en agosto de 2014, de <http://www.sciencemag.org/content/315/5813/808>.

¹⁹ J. Mc Laren, "Crop biotechnology provides an opportunity to develop a sustainable future", *Trends Biotechnol.*, 2005, recuperado en agosto de 2014, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167779905000880>

²⁰ M. Groom, et al., *Biofuels and Biodiversity: Principles for Creating Better Policies for Biofuel Production*, 2008, recuperado en agosto de 2014, de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.15231739.2007.00879.x/abstract;jsessionid=E26F6F20FFE3DDE222FD47F5A6724BA0.f0402?deniedAccessCustomisedMessage=&userIsAuthenticated=false>; A. Gasparatos, *Biofuels, ecosystem services and human wellbeing: Putting biofuels in the ecosystem services narrative*, 2011, recuperado en agosto de 2014, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880911001423>

²¹ M. Galperin, "The quest for biofuels fuels genome sequencing", *Environ Microbiol.*, 2008, recuperado en agosto de 2014, de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1462-2920.2008.01754.x/full>.

²² H. J. Croezen, "Aceite de soja y el cambio indirecto del uso de la tierra". *Cultivo de agrocombustibles, el cambio indirecto del uso de la tierra y las emisiones*. Friends of the Earth Europe, 2010, pp. 1-8.

²³ S. Belmonte, J., Franco, V., Nuñez, y J., Viramonte, "Las energías renovables como oportunidad y desafío para el desarrollo territorial", Valle Lerma, Salta, Argentina, *Séptimo Congreso de Medio Ambiente*, 22 al 24 de mayo de 2012, recuperado en agosto de 2014, <http://www.congresos.unlp.edu.ar/index.php/CCMA/7CCMA/paper/viewFile/890/203>.

como: inseguridad alimentaria, incremento de inequidad y pérdida de bosques primarios, entre otros.

Varios autores coinciden en que la demanda acelerada de biocombustibles a nivel mundial constituye una amenaza para la biodiversidad en los países donde las materias primas se cultivan.²⁰ Son innumerables los cuestionamientos sobre los biocombustibles en términos económicos, ecológicos, sociales y culturales. El contexto siempre será un factor determinante a la hora de definir la viabilidad y pertinencia de los mismos.

Fuera del debate que implicaría definir la viabilidad de los biocombustibles para cada caso, si se analiza, estamos ante el preocupante dilema: ¿agricultura para energía o agricultura para alimentación?

Colombia aprovecha las oportunidades que los biocombustibles le abren a la agricultura. Lo que es preocupante y resulta necesario tener en cuenta son los pro y contras de cada tipo de energía alternativa. Se podría generar un listado interminable de argumentos para debatir, lo cierto es que el tema de los biocombustibles ya es una realidad de la que aún se desconoce mucho y, tal como se mencionó en párrafos anteriores, cada región cuenta con condiciones especiales que definirán la factibilidad de adopción de uno u otro sistema de producción de biocombustibles. Conocer el contexto permitiría tener una visión objetiva en el momento de tomar decisiones.

Aun los biocombustibles no constituyen la solución definitiva al problema energético del mundo, sin embargo, a través del tiempo así como se ha transitado del uso de la leña a la máquina de vapor, el paso de combustibles fósiles a biocombustibles es un avance necesario, que impulsará no sólo la economía de aquellos países agrícolas, sino también la investigación biológica de aquellos organismos potencialmente útiles.²¹

El nuevo uso de los cultivos e insumos agrícolas para producir biocombustibles significa que otras necesidades o usos no puedan ser satisfechos sin consecuencias indeseables, tales como daños al medio ambiente generados por la expansión agrícola y riesgos para la seguridad alimentaria.²²

Es de resaltar que no todos son riesgos; según Belmonte et al., citado en Belmonte, Franco, Nuñez y Viramonte, "el tema energético desde la óptica territorial presenta múltiples ventajas, ya que permite, entre otras cosas":

- Valorar los recursos energéticos renovables potenciales.
- Visualizar la demanda energética en toda su complejidad.
- Incorporar las perspectivas y visiones de los actores locales.
- Analizar impactos ambientales.
- Identificar las prioridades.
- Orientar la planificación de los asuntos energéticos.²³

En términos generales, la producción de biocombustibles puede tener impactos tanto positivos como negativos sobre la biodiversidad y el medio ambiente. En el Conpes 3510 se enumeran también algunos de los efectos beneficiosos:

- Una reducción del consumo de combustibles fósiles.
- Un posible cambio de las actividades agropecuarias, especialmente de ganadería, que conlleve a la regeneración de terrenos degradados.
- La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como consecuencia del uso de biocombustibles líquidos, siempre y cuando el ciclo completo muestre una disminución neta de GEI.²⁴

En cuanto a los impactos negativos de la producción de biocombustibles, los cuales se pueden presentar por no adoptar criterios tecnológicos y ambientales adecuados, el Conpes 3510 enumera, entre otros:

- Pérdida de biodiversidad.
- La transformación de ecosistemas naturales y la consecuente pérdida de los servicios ambientales asociados a estos ecosistemas.
- El establecimiento de monocultivos en donde previamente existían ecosistemas naturales.
- El aumento de emisiones de gases de efecto invernadero ante una posible deforestación de ecosistemas boscosos.
- Aumento en el consumo y contaminación del agua.
- Aumento en el uso de fertilizantes y plaguicidas.
- Mayor degradación y erosión de suelos.
- Incremento en la generación de vinazas en la producción de etanol, metanol y glicerina en la producción de biodiesel.
- Emisiones atmosféricas de impacto local que requieren una mayor evaluación tanto en su incidencia sobre la salud humana como sobre el ambiente.
- Introducción y propagación de organismos genéticamente modificado, así como de especies exóticas.²⁵

De acuerdo con la organización del Riesgo y el Cambio Climático para lidiar con los efectos del cambio climático existen dos medidas a tomar: la mitigación y la adaptación. Ambas medidas están interrelacionadas. Algunas de las medidas de mitigación recomendadas, según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), son la provisión de información, la creación de capacidades a nivel de actores institucionales y sociales y la coordinación a nivel interinstitucional e internacional.

Sin embargo, es fundamental que las comunidades se involucren de manera participativa en la toma de decisiones sobre las conversión energética hacia formas de energía

alternativas más amigables con el ambiente, pero también, preocupados porque con dichas energías no se comprometa la salud, la disponibilidad y acceso a los alimentos, o a cualquier otro recurso natural del que se sirva dicho proceso.

3.2 La seguridad alimentaria para mitigar los impactos del cambio climático

El uso eficiente de los recursos naturales y el desarrollo sustentable deben también propender por la seguridad alimentaria, definida como “la disponibilidad suficiente y estable de alimentos, el acceso y el consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad, calidad e inocuidad por parte de todas las personas, bajo condiciones que permitan su adecuada utilización biológica, para llevar una vida saludable y activa”, según la Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional de 2008.

No se trata sólo de producir para mantener la economía y los mercados, sino de producir para mantener o mejorar el nivel alimentario y para garantizar la subsistencia de las comunidades, trabajando de manera paralela por la conservación y protección de los recursos naturales, así como mitigar o prevenir los desastres ecológicos que pueden comprometer la provisión de alimentos en una región.

El concepto de seguridad alimentaria y nutricional pone de manifiesto los ejes que la definen: disponibilidad de alimentos (suministro suficiente para los requerimientos de la población) acceso (alimentos que puede obtener o comprar una familia, una comunidad o un país), consumo (selección, considerando las creencias, las actitudes y las prácticas), aprovechamiento (cómo y cuánto alimento se convierte en nutrientes para ser asimilado por el organismo), calidad e inocuidad de los alimentos (cumplimiento de una serie de condiciones y medidas necesarias durante la cadena agroalimentaria hasta el consumo y el aprovechamiento de los mismos).²⁶

²⁴ Departamento Nacional de Planeación, *Documento CONPES Social 113*. Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PSAN), 2008, recuperado en agosto de 2014, de https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Conpes/conpes_113_08.pdf.

²⁵ Departamento Nacional de Planeación, *Documento CONPES 3510*, Lineamientos de política para promover la producción sustentable de biocombustibles en Colombia, 31 de marzo de 2008, obtenido de <http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/Conpes%203510.pdf>

²⁶ Departamento Nacional de Planeación, “Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional”, *Documento CONPES Social 113*, 2008, recuperado en agosto de 2012, de https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Conpes/conpes_113_08.pdf.

Algunos autores hablan actualmente de seguridad alimentaria sustentable, entienda como la posibilidad de “que en todas las circunstancias se tenga disponible un suministro suficiente de alimentos de calidad para los habitantes de la actual y venideras generaciones, garantizándoles una vida saludable y activa participación en las actividades sociales”.²⁷

La seguridad alimentaria puede verse comprometida por varios factores: desastres naturales, desastres originados por actividades antrópicas, escasez de agua, uso de agroquímicos, desplazamiento forzado de los campesinos a las ciudades, por el monopolio de las semillas y las semillas modificadas genéticamente y por la producción de biocombustibles desarrollados para la adaptación al cambio climático.

En lo que respecta a los biocombustibles, Castello señala que:

se trata de obtener combustibles partiendo de recursos renovables como la biomasa, proveniente de diferentes cultivos entre los que podemos citar: caña de azúcar, maíz, sorgo, yuca, palma de aceite, colza, soya, girasol, ricino, *jatropha curcas* y microalgas que son biocombustibles de segunda generación²⁸ extraídos a partir de cultivos que no son fuentes de alimentos, con buenas alternativas de producción de biocarburantes, que permitirían disminuir cada año la dependencia de los combustibles fósiles y asimismo la emisión de gases que impactan negativamente el ecosistema.²⁹

Sin embargo, lo que se observa es que varios de estos cultivos sí son fuente de alimento en muchos países del mundo y particularmente en Colombia, por ejemplo, la caña de azúcar para la obtención de la panela, alimento fundamental y de bajo costo para las comunidades de escasos recursos, el maíz y la yuca con amplios usos ali-

menticios a lo largo y ancho del territorio y la soya que ha venido creciendo en consumo en los últimos años por su gran aporte de proteína vegetal.

Los biocombustibles como estrategia para mitigar los efectos del cambio climático sólo cumplirán con su propósito si se asegura una producción sustentable, que respete el equilibrio de los ecosistemas, que propenda por la salud humana y la del resto de las especies, que desarrolle investigación para el uso de biomásas generadas con desechos de los cultivos y no los productos de los cultivos en sí mismos.

En relación con la disponibilidad del recurso hídrico, la planificación del territorio debe integrar la seguridad alimentaria con el tipo de alimentos predominantes que pueden producirse en la zona o región, es decir, reconocer el contexto territorial. Con el fin de garantizar una alimentación balanceada para las comunidades es necesario proveer cuatro tipos de alimentos básicos: cereal, frutas, bebidas estimulantes y proteína, bien sea que se produzcan en la zona o se importen de otra región, sin embargo, preferentemente deben producirse en el territorio pues ello genera empleo y que las comunidades potencien el desarrollo cultural y regional.

No obstante, a partir del potencial alimentario de los cultivos en una zona determinada debe tenerse en cuenta el recurso hídrico con el que se cuenta, pues dependiendo de la zona, su altitud, latitud y con ello la intensidad de la radiación solar y la necesidades fisiológicas de las plantas, debe evaluarse si el agua disponible puede garantizar el riego de las plantas, después de garantizar el uso para el consumo humano. Es así que una zona con baja disponibilidad de agua y con predominancia de maíz para su alimentación (cuyo requerimiento es de 1800 a 2400 mm/año), debe evaluar la necesidad de hacer conversión de cultivos por otros que tengan menor demanda como la soya (350 a 600 mm/año).

Para que el concepto de seguridad alimentaria sustentable se desarrolle en la práctica es necesario tomar como principio guía la unificación coordinada del sistema macroeconómico y social y el sistema ecológico natural, tomar como requisitos previos el mejoramiento y sostenibilidad del entorno natural y la distribución y utilización adecuados de los recursos naturales, partiendo de la promoción del aumento estable de los alimentos de manera científica, aplicando un sistema de mercado sano y un suministro altamente efectivo. También es preciso asumir el desarrollo de una economía con reducción cuantitativa, reaprovechamiento y reciclaje y establecer la meta de satisfacer las necesidades razonables de la actual y venideras generaciones.³⁰

En Colombia se evidencia una crisis de gobernabilidad de agua. Los gobiernos nacionales y locales proponen políticas que se encuentran desarticuladas unas de otras. El

²⁷ D., Shengjun, “La importancia de la seguridad alimentaria sustentable”, *Pueblo en Línea*, 2011, recuperado el 20 de agosto de 2014, de <http://spanish.peopledaily.com.cn/31619/7394974.html>.

²⁸ G., Timilsina, Ashish y Shrestha, “Biofuels: markets, targets and impacts”. *Policy Research Working Paper*, no. 5364, Banco Mundial, Washington, D.C., 2010. Los biocombustibles utilizados en el sector de transporte generalmente se clasifican en tres grandes grupos: biocombustibles de primera, segunda y tercera generación, en función de la fuente de biomasa, la tecnología utilizada para convertirla en combustible y su disponibilidad presente o futura.

²⁹ L. Castello, *Biocombustibles y Seguridad Alimentaria*, FAO Colombia, 2008, <http://www.fao.org/articbiocomb.pdf>

³⁰ D., Shengjun, *op. cit.*, 2011.

sector privado actúa bajo sus propios intereses por reducir sus costos de producción sin importarles los efectos que sus acciones pueden generar sobre los ecosistemas. La sociedad civil ha estado culturalmente sumergida en procesos en donde el agua se considera un recurso inagotable y en donde las fuentes hídricas no son cuidadas. Las actividades antrópicas como la disposición de residuos líquidos y sólidos en los caudales y la mala utilización de las fuentes para consumo y riego han puesto en peligro el recurso.

Es necesario que la normatividad vigente no se quede sólo en el papel y que se realice una gestión integral del recurso, incluyendo a todos los actores del proceso, y así poder reducir los problemas de sedimentación de los suelos, erosión de la capa vegetal y escasez del agua para abastecimiento humano, para el riego de los alimentos que el ser humano necesita y para los procesos productivos.

Garantizar la seguridad alimentaria implica un complicado proyecto sistemático que requiere de perfeccionamiento coordinado en los sistemas de producción, comercio y suministro, garantía de demanda social, economía y ecología. Además, es necesario cambiar el modelo de desarrollo, mejorar la distribución de recursos naturales, dando trato prioritario al modelo de desarrollo agrícola de alto rendimiento, bajo coste, alta eficacia, baja contaminación y buena calidad, de modo que se eleve el rendimiento de la tierra cultivable. Para garantizar la seguridad alimentaria hay que persistir en el camino del desarrollo coordinado y sustentable en los terrenos económico, social y medioambiental, y aliviar y prevenir la contaminación de agua, tierras y costas, y promover el aprovechamiento sustentable de los recursos.³¹

Presentamos a continuación algunos casos para analizar según el contexto territorial:

En el norte de Colombia se podrían implementar las tecnologías australianas para aprovechar la capacidad del agua del mar para irrigar cultivos productivos. Se pueden implementar enfoques sistémicos que integren los subproductos de los diversos procesos agroindustriales para garantizar seguridad alimentaria, generar empleo y eliminar contaminación. Casos parecidos ya han sido ensayados en Colombia con pleno éxito como el del uso de la pasilla del café para el cultivo de hongo *Shiitake* y la cría de cerdos.³²

Otro caso, en el Cesar, “el grupo de optimización agroindustrial de la UPC liderado por el ingeniero Ricardo Durán –actualmente en Brasil realizando una pasantía sobre el tema–, trabaja en esa línea produciendo aceite esencial y pectina de cáscara de naranja y mango, citrulina de cáscara de patilla y compuestos fenólicos a partir de pulpa de café, cáscara de mango y uvito brasilero. Estamos pues ante el nuevo paradigma que emula los procesos naturales para evitar el colapso de las especies, incluida la humana”.

Algunas estrategias para integrar la seguridad alimentaria desde la mirada del desarrollo sustentable son:

- La producción más limpia, “estrategia ambiental preventiva integrada que se aplica a los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente.”³³
- Los conceptos de la economía azul, como lo propone **Gunter Pauli**, “parte de una premisa sencilla: servirse del conocimiento acumulado durante millones de años por la naturaleza para alcanzar cada vez mayores niveles de eficacia, respetando el medio y creando riqueza, y traducir esa lógica del ecosistema al mundo empresarial”.³⁴
- Reutilización de los desechos agrícolas para la producción de abono orgánico con el cual podrán seguirse abonando los cultivos con el fin de garantizar también la salud humana, la protección del suelo, el manejo ambiental en caso de erosión eólica, hídrica y por laboreo.
- Incentivar el uso de fertilizantes orgánicos en sistemas de mediana y gran escala, pues en la actualidad sólo se emplean en sistemas a pequeña escala.
- Aunque en el ordenamiento de cuencas la selección de las fuentes de agua para satisfacer las necesidades de cada sector se sustenta en la prioridad del agua del consumo humano, también se deben priorizar otras necesidades como las de la agricultura, teniendo en cuenta que la supervivencia humana no depende sólo del agua sino también de la alimentación, se debe trabajar de manera más decidida por la generación de distritos de riego en todos los territorios y mayor control en el uso y explotación del agua subterránea.
- La diversificación de cultivos y la conversión productiva deben ser temas de análisis en la planificación del territorio, puesto que después de un análisis riguroso podemos darnos cuenta que los cultivos de determinada zona sobrepasan la capacidad de ésta para sustentarlos en materia de recurso hídrico.
- Aplicar prácticas de bioingeniería para los casos de vulnerabilidad del suelo y en las poblaciones aledañas en casos de erosión hídrica

³¹ *Ibid.*

³² R. Bermúdez, “La economía azul (II)”, *El Pilón*, 2013, <http://elpilon.com.co/inicio/la-economia-azul-ii-columna-por-raul-bermudez-marquez/>

³³ Ministerio de Ambiente, *Política Nacional de Producción Más Limpia*, 1997, recuperado en agosto de 2014, de <http://www.fedebiocombustibles.com/files/POLITICA%20NACIONAL%20DE%20PRODUCCION%20MAS%20LIMPIA.pdf>.

³⁴ G. Pauli, *op. cit.*, 2012.

- La educación y la investigación son parte fundamental de las estrategias para disminuir la vulnerabilidad de las comunidades en el acceso y disponibilidad a los alimentos, asimismo, contribuyen a potenciar los usos propios de la cultura del territorio, innovar en sus formas de preparación y retomar el consumo de aquellos que tradicionalmente fueron utilizados por nuestros ancestros.

Conclusiones

Planificar el desarrollo de una región a partir de la gestión integral de los recursos naturales y de los planes ordenamiento de las cuencas hidrográficas permite la integración y manejo sistémico de los ecosistemas en un territorio, lo cual propenderá por la conservación del ambiente para las generaciones presentes y futuras. Asimismo, la formulación, implementación, seguimiento y evaluación de dichos planes debe llevarse a cabo a través del trabajo interdisciplinar, intersectorial y participativo, con el fin de identificar y encontrar soluciones integrales a los problemas de orden técnico, operativo, financiero, económico y social.

En relación con los problemas que enfrentan las comunidades respecto al uso y disponibilidad recursos naturales para satisfacer las necesidades de las actuales generaciones se hace indispensable el cambio de comportamiento de los individuos para reducir los impactos que las acciones antropocéntricas están generando en la naturaleza y evitar comprometer la disponibilidad de recursos de las futuras generaciones. Este llamado es para todos los ciudadanos, pero particularmente para todos los entes tomadores de decisiones, los empresarios, los dirigentes del sistema financiero, los agricultores y los educadores, entre otros.

Después de impulsar la educación y la formación ambiental en todos los niveles sociales, fortalecer la investigación es otra de las estrategias más importantes para el desarrollo sustentable en Colombia y, de manera particular,

la investigación relacionada con la eficiencia energética y con el cambio climático, pues ello permitirá avanzar en el desarrollo de alternativas más amigables con el medio ambiente y con la salud de las diferentes especies, entre ellas la humana. Mientras se sigan atacando los efectos y no las causas de los procesos degradativos, cualquier obra de intervención, bien sea civil o de bioingeniería, inevitablemente colapsará en el tiempo, con consecuencias iguales o peores a las del proceso inicial.

Los conceptos de gobernanza y gobernabilidad han comenzado a tomar gran relevancia en el manejo integrado de los recursos naturales en el territorio. La regulación por parte del Estado es de suma importancia, así como los procesos de participación intersectorial y de la ciudadanía. Sin embargo, también debe fortalecerse el seguimiento y control de las políticas, decretos y demás normas ya establecidas en relación con el cuidado y conservación de los recursos naturales, mientras se da el paso cultural a la responsabilidad social del cumplimiento de las normas sin necesidad de requerir vigilancia de las entidades competentes.

Los gobiernos deben, además de fortalecer sus políticas para la adaptación y mitigación del cambio climático, generalizarlas para la reducción de fuentes energéticas fósiles y el aumento en el uso de biocombustibles que no afecten la seguridad alimentaria, también deben incentivar el uso de biomásas residuales de procesos productivos como del café, la caña de azúcar y los cítricos, entre otros, con el fin de evitar que la agricultura de alimentos sea reemplazada por los biocombustibles.

La planificación del territorio en torno al ordenamiento de las cuencas desde la perspectiva de sistemas, basada en la integración de los conocimientos sobre los recursos naturales y los principios éticos de quienes participan en los procesos, lograría el mejoramiento de las condiciones de vida de la población vía mejores ingresos y oportunidades laborales y disminución de la presión sobre los ecosistemas naturales.

Bibliografía

- ♦ Belmonte, S., Franco, J., Núñez, V. y Viramonte, J., “Las energías renovables como oportunidad y desafío para el desarrollo territorial, Valle Lerma”, *Séptimo Congreso de Medio Ambiente*, 22 al 24 de mayo de 2012, Salta, Argentina, <http://www.congresos.unlp.edu.ar/index.php/CCMA/7CCMA/paper/viewFile/890/203>.
- ♦ Bermúdez, R., “La economía azul II”, *El Pílon*, 2013, <http://elpilon.com.co/inicio/la-economia-azul-ii-columna-por-raul-bermudez-marquez/>
- ♦ Boisier, S., *Desarrollo (local) ¿De qué estamos hablando?*, CEPAL, Santiago de Chile, 1999.
- ♦ Cabeza, M. (1987). “Racionalidad espacial de la actual división político-administrativa de Colombia: hacia una nueva regionalización departamental”, *Tesis de grado*, Magister en Geografía, Programa de Estudios de Posgrado en Geografía, 1987.

- ◆ Cabeza, M., *Determinantes de los Planes de Ordenamiento Territorial*, s/f, <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/geografia/deter/presen.htm>
- ◆ Castello, L., *Biocombustibles y Seguridad Alimentaria*, FAO, Colombia, 2008, <http://www.fao.org.co/articbiocomb.pdf>
- ◆ Colombia, Presidencia de la República, *Decreto 2811*. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Bogotá, Colombia 1974.
- ◆ _____, *Decreto 1729*. Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del Artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones. Bogotá, Colombia, 2002.
- ◆ _____, *Decreto 1640*. Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones. Bogotá, Colombia, 2012.
- ◆ Couto, S., “Los retos del desarrollo humano en el territorio: experiencias en Brasil y Colombia”, en *Revista Equidad y Desarrollo*, no. 17, enero-junio, 2012.
- ◆ Croezen, H. J., “Aceite de soja y el cambio indirecto del uso de la tierra”, en *Cultivo de agrocombustibles, el cambio indirecto del uso de la tierra y las emisiones*. Friends of the Earth Europe, 2010.
- ◆ Demirbas, A., Importance of biodiesel as transportation fuel, *Science*, 2007, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421507001516>
- ◆ Departamento Nacional de Planeación, “Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional”. *Documento CONPES Social 113*, 2008, https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Conpes/conpes_113_08.pdf
- ◆ _____, “Lineamientos de Política para promover la producción sustentable de biocombustibles en Colombia”, *Documento CONPES 3510*, 2008, <http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/Conpes%203510.pdf>.
- ◆ Dufey, A. y Stange, D., “Estudio regional sobre economía de los biocombustibles 2010”, en *Temas clave para los países de América Latina y El Caribe*, Santiago de Chile, 2011, <http://www.bdigital.unal.edu.co/33806/1/33718-151111-1-PB.pdf>
- ◆ Fundación Cambio Democrático y Fundación Ambiente y Recursos Naturales, *Una aproximación al ordenamiento ambiental del territorio como herramienta para la prevención y transformación democrática de conflictos socio-ambientales*, 2010, <http://www10.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2012/11253.pdf>
- ◆ Galperin, M., “The quest for biofuels genome sequencing”, *Environ Microbiol*, 2008, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1462-2920.2008.01754.x/full>
- ◆ García, A. y Campos, J., “Enfoques de manejo de recursos naturales a escala de paisaje: convergencia hacia un enfoque ecosistémico”, en *Gestión integrada de recursos naturales a escala de paisaje*, número 1, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 2005.
- ◆ Gasparatos, A., “Biofuels, ecosystem services and human wellbeing: Putting biofuels in the ecosystem services narrative”, *Science direct*, 2011, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880911001423>
- ◆ Goldemberg, J., “Ethanol for a sustainable energy future”, *Science*, <http://www.sciencemag.org/content/315/5813/808>
- ◆ Gray, K., Zhao, L. y Emptage, M., “Bioethanol”. *Curr. Opin. Chem. Biol*, 2006, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16522374>
- ◆ Groom, M. y otros, *Biofuels and Biodiversity: Principles for Creating Better Policies for Biofuel Production*, 2008, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1523-1739.2007.00879.x/abstract;jsessionid=E26F6F20FFE3DDE222FD47F5A6724BA0.f04t02?deniedAccessCustomisedMessage=&userIsAuthenticated=false>.
- ◆ Hernández, M. y Hernández, J., “Mitos y Verdades de los Biocombustibles”, *Revista Elementos*, vol. 71, 2008, <http://www.elementos.buap.mx/num71/pdf/15.pdf>.
- ◆ IDEAM, Guía Técnico Científica para el Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas en Colombia, 2004, <http://190.25.225.118/esing/MAESTRIA/DVD4/GESTION%20DEL%20RIESGO%20DE%20DESASTRES/FASE%201%20PREVENCION/II.%20REDUCCION/a.%20Intervencion%20prospectiva/2.%20Ordenamiento%20de%20cuencas/Guia%20ordenamiento%20de%20cuencas.pdf>
- ◆ _____, *Guía para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia*, segunda versión, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Bogotá, D.C., 2010,
- ◆ Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, *Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional*, 2008, <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/PortalICBF/Bienestar/Programas/Nutricion/PNSAN/Objetivo>
- ◆ IPCC, “Cambio climático 2007. Resumen para responsables de políticas. Base de ciencia física”. *Contribución del Grupo I de trabajo al cuarto informe de evaluación del IPCC*, Cambridge, Reino Unido, 2007.
- ◆ Massiris, A., “Racionalidad espacial de la actual división político-administrativa de Colombia: hacia una nueva regionalización departamental”, *Tesis de grado*, Magister en Geografía, Programa de Estudios de Posgrado en Geografía, 1987.

- ◆ _____, “Ordenamiento territorial y procesos de construcción regional”, Biblioteca Luis Ángel Arango del Banco de la República, 2010, <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/geografia/masir/inicio.htm>.
- ◆ Mc Laren, J., “Crop biotechnology provides an opportunity to develop a sustainable future”. *Trends Biotechnol*, 2005, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167779905000880>.
- ◆ Ministerio de Ambiente, *Política Nacional de Producción Más Limpia*, 1997, <http://www.fedebiocombustibles.com/files/POLITICA%20NACIONAL%20DE%20PRODUCCION%20MAS%20LIMPIA.pdf>
- ◆ Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial; Ministerio de Educación Nacional, *Política Nacional de Educación Ambiental*, Bogotá D.C., Colombia, 2002.
- ◆ Organización de Riesgo y Cambio Climático, (s.f.), <http://www.riesgoycambioclimatico.org/adapymitigacion.htm>
- ◆ Pauli, G., *La economía azul*, Banco de la República, 2012, <http://www.banrepcultural.org/agua/la-economia-azul>
- ◆ Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), *Towards Sustainable Production and Use of Resources: Assessing Biofuels*, 2009, http://www.palermo.edu/Archivos_content/derecho/pdf/Lcw0445e.pdf
- ◆ _____, “Asistencia a los países Andinos en la Reducción de Riesgos y Desastres en el Sector Agropecuario”. *Informe de Política 4. Informe de Cuencas*, 2010, <http://www.fao.org/climatechange/35946-0aa034cebf17b-760d12446f520409727a.pdf>
- ◆ República de Colombia, *Constitución Política de Colombia*, Bogotá D.C, 1991.
- ◆ Saborió, J. (s.f.). *Metodología para la gestión de cuencas hidrográficas siguiendo el enfoque de riesgo integral, el cambio climático y la adaptación*, Programa para las Naciones Unidas y el Medio Ambiente, (s.f.), <http://www.pnuma.org>
- ◆ Shengjun, D., “La importancia de la seguridad alimentaria sustentable”, *Pueblo en Línea*, 2011, <http://spanish.people-daily.com.cn/31619/7394974.html>.
- ◆ Tilman, D., Socolow, R., Foley, J., Hill, J., Larson, E., *et al.*, “Beneficial Biofuels-The Food, Energy and Environment Trilemma”. *Science*, no. 325, 2009.
- ◆ Timilsina, G., Ashish y Shrestha, “Biofuels: markets, targets and impacts,” *Policy Research Working Paper*, no. 5364, Banco Mundial, Washington, D.C., 2010.
- ◆ Zamudio, C., Gobernabilidad sobre el uso hídrico en Colombia: entre avances y retos, *Revista Gestión y Ambiente*, vol. 15, no. 3, 2012.