

37

Fecha de presentación: marzo, 2021

Fecha de aceptación: mayo, 2021

Fecha de publicación: julio, 2021

OTRA CARA

DE LA PROBLEMÁTICA DEL AGUA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO; DOS REALIDADES SINÉRGICAS YUXTAPUESTAS

ANOTHER FACE OF THE PROBLEM OF WATER AND CLIMATE CHANGE; TWO JUXTAPOSED SYNERGISTIC REALITIES

Nelson Arsenio Castro Perdomo¹

E-mail: ncastro@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6939-9473>

Olimpia Nilda Rajadel Acosta¹

E-mail: onrajadel@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2322-1362>

¹ Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Castro Perdomo, N. A., & Rajadel Acosta, O. N. (2021). Otra cara de la problemática del agua y el cambio climático; dos realidades sinérgicas yuxtapuestas. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), 351-360.

RESUMEN

El crecimiento constante de la población, la obligación de satisfacer sus necesidades, unido a una desproporcionada mentalidad de crecimiento económico sin fundamentos de sostenibilidad, pone en una posición yuxtapuesta, la problemática del agua y el Cambio Climático, ante el citado crecimiento económico social, lo que condujo a plantearse como objetivo de la presente investigación, analizar desde el estado del arte actual, los elementos que tipifican la situación del agua y los influjos del Cambio Climático en su calidad y disponibilidad, como un proceso global e interactivo. Se utilizó como método de investigación fundamental, la revisión bibliográfica, utilizando como escenario el contexto global, por las características de su alcance. Como principal resultado, se evidenció que la relación agua, su calidad y disponibilidad, vs Cambio Climático, cada vez más incrementa la brecha entre las perspectivas de vida en el planeta y la equidad social, demandando nuevos enfoques en la escala y pretensión del desarrollo social, bajo políticas públicas coherentes y un modelo que privilegie la vida social sobre el disfrute grupal.

Palabras clave: Cambio Climático, calidad y disponibilidad, inequidad social, sostenibilidad, problemática del agua.

ABSTRACT

The constant growth of the population, the obligation to satisfy their needs, together with a disproportionate mentality of economic growth without foundations of sustainability, puts in a juxtaposed position, the problem of water and Climate Change, in the face of the aforementioned social economic growth, what which led to the objective of this research being considered, from the current state of the art, to analyze the elements that typify the water situation and the influences of Climate Change in its quality and availability, as a global and interactive process. The bibliographic review was used as a fundamental research method, using the global context as a scenario, due to the characteristics of its scope. As the main result, it was evidenced that the relationship between water, its quality and availability, vs Climate Change, increasingly increases the gap between the prospects of life on the planet and social equity, demanding new approaches in the scale and claim of social development, under coherent public policies and a model that privileges social life over group enjoyment.

Keywords: Climate Change, quality and availability, social inequity, sustainability, water problem.

INTRODUCCIÓN

Paradójicamente, la población crece y uno de los recursos naturales asociado a su posible existencia, el agua, decrece en cantidad y calidad; problemática a razonar a partir de la natural desproporción de su existencia en el planeta; menos de diez países concentran el 60% de los recursos de agua dulce disponibles (Brasil, Rusia, China, Canadá., Indonesia, USA, India, Colombia y la República Democrática del Congo. Solo las cuencas hidrográficas de los ríos Amazonas y Orinoco, en América del Sur, albergan el 15% del flujo total de la Tierra y la cuenca hidrográfica del río Yangtze, en la zona este de Asia otro 18%. Esta situación se remarca negativamente para los países subdesarrollados o en vías de desarrollo, por la falta de otros recursos que les permitan asumir diferentes alternativas, pues varios son los autores que asocian la disponibilidad de agua como una limitante a la gestión del desarrollo de las localidades.

Realidad que cada vez se hace más compleja, por la ocurrencia de eventos extremos (sequía, inundaciones, ciclones tropicales), implicando a su vez, globalmente, a los restantes procesos sociales; más acentuados para las regiones pobres económicamente; basta con mirar el panorama que cotidianamente reflejan los medios de comunicación desde y sobre los diferentes países.

Una verdad a la vista de todos, es el crecimiento también desmedido de la contaminación, tanto del suelo como de la atmósfera y desde luego, del agua, influenciada también por la contaminación de los dos primero, sujeta a la sinergia que entre estos recursos se manifiesta. Los avances tecnológicos implementados sin la adecuada disciplina tecnológica, por demás, entendidos desde una visión lineal de la tecnología y aislada de una mirada de sostenibilidad, están generando a su vez, efectos adversos que conducen a ese citado crecimiento de la contaminación, centrado fundamentalmente, en la industria, el transporte y la agricultura, así como, en el sector público, donde unos resultan más agresivos que otros, pero contaminadores, en fin.

Desde la academia, se articulan conceptos y enfoques tales como, Huella hídrica, Metabolismo urbano, Producción Más Limpia; Economía Circular o del reuso, Sinergia Industrial y otros, como también, posicionamientos desde los análisis económicos, entre ellos: el Ecodiseño, la Economía Ecológica, la Ecosocioeficiencia o la Ecosocioeficacia, así como, la agricultura orgánica, la agricultura de conservación y la agroecología, entre otras, representando estos últimos, no solo un cambio de modelo tecnológico, sino, de concepción agrícola, pero lamentablemente, parecen ser más, los oídos sordos a

estas necesarias miradas, que, a la tradicional expresión de la Economía clásica, donde el valor del dinero supera el valor de los recursos y hasta de los servicios ecosistémicos implicados, aun cuando en este análisis se tome en cuenta el lastre financiero que pende sobre una gran parte de los productores del sector agropecuario, seriamente marcado entre otras cosas, por la categoría económica "precio".

El agua según expresan Cabrera, et al. (2015), es el elemento más abundante en el cuerpo de los seres vivos y está involucrada en varias funciones vitales, pero no obstante, la percepción del riesgo que desde su ingestión y uso se manifiesta, no siempre está en la mente de usuarios y decisores, motivado por disímiles causas, una de ellas, el nivel de instrucción y la otra, una mirada económica a corto plazo. El estudio de las características económicas de los peligros y los riesgos asociados, puede ayudar a identificar áreas donde los individuos, las comunidades o los grupos de interesados, estén mejor ubicados para tomar decisiones de compensación de riesgo- seguridad, y se pueda informar sobre las decisiones respecto de la escala espacial apropiada de las organizaciones con función reguladora (Cabrera, et al., 2015; Castro & Rajadel, 2015).

La complejidad y multiplicidad de factores que gravitan sobre el recurso agua, se puede apreciar directamente influenciada por los efectos negativos del Cambio Climático, siempre que se haga un análisis desde la perspectiva de los servicios ecosistémicos. La falta de manejo sobre este recurso, acentúa estos efectos; baste mirar lo que está sucediendo como resultado colateral de la sequía, en relación con la reconcentración de las sustancias que contienen determinados acuíferos; desarrollándose efectos de salinidad en los suelos y con estos últimos, la aparición de conglomerados de microorganismos (cstras biológicas), cuya incidencia sobre el medio ambiente en general está aún en insipiente fase de estudio y en algunas regiones.

El aporte de estos conglomerados al ecosistema, puede ser positivo o negativo, dependiendo de su predominancia, las que lixivian metabolitos y hasta ellas mismas, hasta cuerpos de agua como receptores intermedios o finales, según sea el caso, por ejemplo, el mar, generando a su vez, otras complejidades derivadas del aporte de toxinas por determinadas especies mayoritariamente presentes en dichos conglomerados, como es el caso de algunas cianobacterias que en su metabolismo generan cianotoxinas perjudiciales a la salud humana, reportadas por diferentes autores en ecosistemas marinos, provocando en cierta medida, la contaminación de sus aguas.

Por otra parte, la extracción irracional del agua desde fuentes subterráneas próximas a las áreas costeras, o la sobre explotación del manto freático para uso en el riego agrícola, como sucede más regularmente en las islas caribeñas, conduce a la contaminación de los acuíferos por diferentes causas, entre ellas, la salinización, efecto que pudiera ser irreversible, por la ruptura del equilibrio natural que se establece entre las aguas del mar y los acuíferos costeros, dando paso a la denominada intrusión salina. Esta sobre explotación puede estar condicionada, tanto por el desconocimiento, como por la necesidad de supervivencia, evidenciando la inexorable mirada a corto plazo para muchas comunidades asentadas en estas regiones.

Sin dudas, la complejidad de la disponibilidad del agua para el consumo, se evidencia entre otros, por el crecimiento que viene experimentando, a pesar de sus costos, la desalinización del agua de mar para el consumo humano; pensar en estos procedimientos tecnológicos para asegurar la producción de alimentos pudiera parecer una quimera y hasta talvez, ciencia ficción, contrapuesta a una interrogante a formularse entonces ¿qué hacer cuando para producir alimentos que reclaman relativos altos volúmenes de agua, no se disponga de este recurso?, seguramente se estará de acuerdo que antes de tener que responder a esa posible interrogante, queda mucho por hacer, pero para ello, se necesita otra mirada a un panorama que reclama del concurso de todos “el Cambio Climático”.

Precisamente, estas otras caras sobre la relación agua-Cambio Climático, fueron las que condujeron a plantearse como objetivo de la presente investigación, *analizar desde el Estado del Arte actual, los elementos que tipifican la situación del agua y los influjos del Cambio Climático en su calidad y disponibilidad, como un proceso global e interactivo.*

METODOLOGÍA

La investigación se centró en la dimensión global como escenario de análisis, dejando así definido su alcance. Se utilizaron métodos del orden teórico y empírico, en lo fundamental, el análisis documental, para desde el estado del arte sobre la problemática del agua y los elementos que se implican en el Cambio Climático, también como fenómeno global, poder inferir la relación entre la disponibilidad de este recurso y su calidad, como un derecho ciudadano ante una mayor esperanza de vida y su repercusión socio ambiental.

DESARROLLO

Una vez constatadas las diferentes fuentes a consultar, afloran distintos elementos que posibilitaron desde su

análisis, realizar una mirada crítica sobre la situación que presenta el recurso agua y su interconexión con las demandas del desarrollo, según actividades básicas para la subsistencia de los seres vivos y a su vez, la interconexión con los diferentes procesos que, como tal, el Cambio Climático viene condicionando en el planeta. El análisis se centró en diferentes ejes temáticos, entre ellos: el Cambio Climático; situación actual del recurso agua en el mundo y su demanda en la agricultura; la contaminación de las aguas y su repercusión en la salud humana y animal; alternativas encaminadas a paliar los impactos negativos en la relación agua-Cambio Climático, fundamentalmente, cuya discusión se irá presentando según este propio orden para su mejor comprensión, aun cuando la interconexión entre los temas analizados, conducirán a una recurrencia entre ellos inexorablemente.

- **Cambio Climático.** Como fenómeno en sí, está apareciendo como el principal responsable de negativos impactos que se manifiestan en disímiles procesos vitales para la supervivencia en el planeta y al mismo tiempo, para el desarrollo equilibrado de la humanidad, matizado por una amplia gama de evidentes reflejos, como pueden ser, el incremento de la desertización, el creciente número de superficie de suelo degradada, los cambios en los patrones de enfermedades y de comportamiento de los cultivos y hasta de los ciclos estacionales, de lo cual se responsabiliza principalmente, a los países más desarrollados, por su incalculable efecto contaminante y su desproporcional consumo.

Al revisar diferentes fuentes bibliográficas, afloran criterios que deben tenerse muy en cuenta, desde las perspectivas que ofrece el análisis cambio climático - comunidades o asentamientos humanos, una de ellas, la de Ramírez, et al. (2016), sobre la necesidad de realizar estudios para el trazado de estrategias y acciones que permitan la adaptación al Cambio Climático a escala comunitaria, que involucren a dichas comunidades, a las instituciones y los tomadores de decisiones y gobiernos, a diferentes instancias; así como también, las de Retamal, et al. (2011), respecto a que para enfrentar su impacto, adaptación, vulnerabilidad y mitigación, se hace necesario asumir cambios conductuales y culturales por la sociedad en general, que conduzcan a una correcta percepción al riesgo que introduce el Cambio Climático, lo que demanda un nivel de información que respalden esas valoraciones y además, generar la conciencia necesaria para la implementación de tales estrategias; los autores de la presente investigación agregan que, no menos importante resulta su participación en la construcción de las estrategias antes señaladas, acentuándose así, el papel de una correcta información.

Al mismo tiempo, advierten sobre la repercusión que todo ello tiene en las migraciones a que sus negativos impactos conducen, los que pueden verse acompañadas de condiciones de extrema pobreza, por la falta de empleo de los líderes de las familias que migran, muchas veces acompañadas de la ausencia de un oficio que les permita insertarse en la dinámica ciudadana y/o industrial, al mismo tiempo, causa del deterioro de la disciplina social y hasta de la discriminación sexual del trabajo; sin dudas, toda una intrínquilis social cuyo hilo conductor se desprende del Cambio Climático y desde luego, el agua como causa inducida e inductora a la vez, tómesese en cuenta por demás, que muchos de estos líderes familiares son mujeres con una producción independiente y por tanto, único potencial pilar económico a nivel de familia. Especial consideración se debe tener sobre las comunidades costeras, por el influjo del nivel del mar y su repercusión en los suelos cultivables y en el abasto de agua, así como, en la propia garantía de una permanencia perdurable en sus hogares, generalmente de una elevada vulnerabilidad, también reflejo de un deterioro económico social, presente en diferentes contextos.

Además, apunta sobre la problemática que todo ello introduce a la planificación física de las diferentes regiones, pues estas migraciones no pocas veces conducen al asentamiento en áreas periféricas de las ciudades, sin que se disponga de los servicios hidrosanitarios, potenciando la contaminación, tanto por las aguas negras que se generan, como, por la deposición de desechos sin un ordenamiento ambiental, lo que a la postre gravita sobre la calidad de las aguas subterráneas y hasta superficiales, en ocasiones, incorporadas al mismo tiempo a fuentes para el abasto de estos propios asentamiento, generándose un circuito cerrado entre: consumo-contaminación-y nuevamente el consumo, repercutiendo sobre la salud humana, animal y hasta de las plantas y desde luego, tanto a corto como en el mediano plazo, sobre una adecuada calidad de vida en general, con un elevado costo social y ambiental, demandando una mirada diferente para el accionar de la ciencia y en la materialización de la Educación Ambiental en general.

No basta con la existencia de tecnologías novedosas de desinfección o de aquellas más tradicionales, las cuales también muestran una relativa complejidad, a pesar de ser de amplia difusión, como es el caso de la cloración, sino que es preciso establecer acciones integrales, donde se logre que los principales actores (estado-sociedad y academia) estrechen los vínculos para incrementar la percepción del riesgo y la necesidad de prevenir con educación, la ocurrencia de este tipo de contaminación del agua, coincidiendo con los criterios aportados por

Spellman (2014), quien refiere, que una amplia difusión resulta una de las acciones más importante para la prevención del esparcimiento de las enfermedades transmitidas por el agua.

En el caso particular de la pesca, se precisa extremar las acciones de alerta y de prevención, ya que la misma como actividad, representa una alternativa de vida para grandes poblaciones asentadas fundamentalmente en riberas de ríos y zonas costeras, mediante la cual aseguran no sólo su alimentación sino también, el sustento para enfrentar el resto de los costos que garantizan su supervivencia, por tales razones, se evidencia la necesidad de sumar esfuerzos para la búsqueda de soluciones integrales, que garanticen la mitigación del gran entramado de causas y efectos que tanto la contaminación de las aguas y el propio Cambio Climático provocan en estas comunidades, poniendo en riesgo la subsistencia de la especie humana en dichas zonas.

Otra relación negativa agua-Cambio Climático, se refleja en los rendimientos productivos de determinadas especies marinas, como sucede, por ejemplo, con el camarón rosado del Golfo de México (*Farfantepenaeus duorarum*) y el camarón blanco del pacífico, especies que se refugian en estuarios y/o lagunas de agua salada que mantienen una entrada de agua dulce proveniente de la desembocadura de los ríos, condición necesaria para su reproducción.

El aporte de agua dulce reduce la salinidad de estos ecosistemas marinos, hasta niveles donde es permisible la oclusión de los huevos, asegurando así la reproducción sistemática de estos crustáceos, al evitar el efecto contrario que produce la presión osmótica a causa de una elevada salinidad. El cambio climático altera este proceso natural de intercambio de las aguas, ya sea por los efectos de las sequías extremas o por las grandes avenidas de aguas que aportan a estos sistemas marinos, las inundaciones, sin contar los daños que provocan los huracanes.

- Situación actual del recurso agua en el mundo y su demanda en la agricultura:

A nivel mundial, la disponibilidad de agua promedio, aproximada, es de 1,386 millones de km³, de los cuales el 97, 5% es salada y el 2, 5% (35 millones de km³), es agua dulce, con la agravante de que, de esta última, alrededor del 70% no está disponible para el consumo humano, pues se encuentra en forma de hielo o en las nubes. Su escasez, está moviendo la inventiva hacia la construcción de artefactos que posibilite recoger sus condensados en la noche, para luego disponer de este líquido para el consumo.

Sin embargo, a pesar de ello y de la existencia de estudios de diferentes autores que han investigado sobre la aptitud de las aguas de lluvia, que demuestran que tiene características físico-químicas adecuadas, excepto, para el consumo humano, por la contaminación microbiana, esta práctica no es muy común hoy en día, contrario a prácticas ancestrales que en mejores tiempos, respecto a la disponibilidad de este recurso, si se llevaban a cabo en diferentes regiones, sobre todo, a nivel doméstico.

Por otra parte, presenta una distribución geográfica muy heterogénea en el planeta, lo que hace que no todas las regiones tengan la misma disponibilidad. Por ejemplo, los países del Norte de Europa disponen de una media de 70 000 m³ de agua por persona al año, mientras que algunos países de la península de Arabia no pueden casi satisfacer las necesidades básicas de agua para beber, cocer los alimentos o de higiene; diez países concentran aproximadamente el 60% de los recursos de agua dulce disponibles (Brasil, Rusia, China, Canadá, Indonesia, USA, India, Colombia y la República Democrática del Congo) Dicha disponibilidad está también limitada por la calidad del agua para determinados usos.

A nivel global según se reporta en AGUABOOK (2016), su distribución es la siguiente:

- Almacenados en acuíferos subterráneos: 10, 530, 000 km³.
- Almacenados en la atmósfera: 129, 000 km³.
- Almacenados en lagos naturales: 91, 000 km³.
- Incorporados en los pantanos, los suelos y los seres vivos: 29, 090 km³.
- Se encuentran en los ríos 2, 120 km³, volumen constantemente modificado por la precipitación y el deshielo registrado en las cuencas de drenaje.

Existe una discrepancia entre las zonas más pobladas y que carecen de agua, con las zonas en las que el agua es más abundante. Desafortunadamente, las principales reservas naturales de agua subterránea, almacenadas en acuíferos, se encuentran en zonas relativamente poco pobladas. De ello, podría imaginarse la relación que se establece "causa-efecto", de seguro para un escenario más oscuro, para estas zonas menos favorecidas hídricamente. Sigue existiendo una cantidad intolerable de personas en situación de pobreza, sin acceso digno a servicios de agua potable y saneamiento, todavía hay una gran cantidad de masas de agua afectada o prácticamente inutilizada por la contaminación y vastas zonas pobladas, crónicamente afectadas por fenómenos extremos de sequías e inundaciones.

Las áreas con mayor concentración de agua dulce renovable en la Tierra, incluyen las cuencas hidrográficas de los ríos Amazonas y Orinoco (15% del flujo total de la Tierra), en América del Sur, la cuenca hidrográfica del río Yangtze, en la zona este de Asia, (18% del flujo total de la Tierra), incluyendo las cuencas hidrográficas de los ríos Brahmaputra, Irrawaddy y Mekong, Canadá, con cerca del 10% del flujo de la Tierra en ríos como el Mackenzie y el Yukon, Siberia, con las cuencas de los ríos Yenisey (alrededor del 5% del flujo superficial mundial), Ob y Lena, y las cuencas hidrográficas de los ríos Fly y Sepik, en Nueva Guinea. Las cuencas hidrográficas ibéricas, con dimensiones bastante más reducidas, tienen flujos más modestos.

Desde la perspectiva agrícola, también en relación al binomio agua-Cambio Climático, el panorama es complejo a la vez que alarmante, pues como se ha dicho, la población mundial crece y con ello, la necesidad de alimentos, pero la agroproductividad de los suelos en uso agrícola, desciende, conduciendo a buscar en muchos casos, deliberadas medidas, que se soportan de manera más general, en malas prácticas agrícolas, provocando la degradación y desde luego, acentuando en el tiempo, aún más, los problemas de productividad de esos suelos.

No es menos cierto que a la par, se implementan acciones como la producción de biofertilizantes, agroquímico, fertirriego, entre otras prácticas, pero vale la pena analizar algunas de ellas en profundidad y su potencial impacto, por su marcada presencia en el esquema productivo de muchas regiones. Por ejemplo, el estabulado porcino, el que genera considerables volúmenes de materia orgánica (heces fecales), las que antes de depositarlas al medio, deben ser tratadas, existiendo de manera más común, dos alternativas prácticas para su tratamiento: el uso del biogás o biodigestores como también se les suele conocer, o el empleo de lagunas de oxidación para reducir su carga orgánica, pero ¿dónde están los problemas?

El empleo de biodigestores, no siempre se ve acompañado de un pensamiento tecnológico, pues para lograr la fermentación de esas heces, se utilizan los propios gérmenes que las acompañan y por demás, la composición de la alimentación de los cerdos cambia; producto de ambas situaciones, la eficiencia del digestor no es estable, produciéndose metano no combustible que se libera al ambiente y con ello, un aporte no despreciable a la destrucción del ozono. Además, luego el empleo del biol, que es como se les denomina a los efluentes de este proceso, portadores de nutrientes para el suelo, no siempre se controla adecuadamente, el análisis de su inactividad microbiana y de sus propiedades físico-química, no aparecen como un requerimiento en la praxis, violándose

en el accionar cotidiano, lo que se regula mediante las normas establecidas para el control de los residuales líquidos y/o sólidos, hipotecando la capacidad productiva de los suelos tratados por el empleo de estas malas prácticas.

El otro caso, las lagunas de oxidación, no siempre se lo gran ver como una parte más del proceso productivo, sea de una u otra naturaleza; como punto de partida, las dimensiones de estos biorreactores no siempre se cumplen según lo establecido, afectando por esta razón, la eficiencia de los mismos; los fondos de los embalses (lagunas), no siempre son impermeabilizados, al menos, con arcillas cuya calidad permita un sello que no facilite la lixiviación del líquido (agua más heces) hacia el manto freático. Las aguas negras resultantes son utilizadas como fertiriego, pero no siempre se toman en cuenta sus propiedades microbiológicas y fisicoquímicas, ni su dosificación según demandas del suelo y del cultivo, complejizando la salud de los agroecosistemas y desde luego, la calidad de las aguas subterráneas y hasta la de las superficiales, ocasionadas por las escorrentías, conduciendo a la postre, a la salinización de aquellas partes del agroecosistema que presentan un mal drenaje y/o a la alteración de la actividad propia del suelo.

El conjunto de parámetros a considerar en la evaluación de la calidad del agua para el riego, no corresponde a una modernidad, sino, a una real necesidad, que se acentúa bajo una mirada más integradora e interdisciplinar y sobre todo, desde las consideraciones de la relación que se establece entre determinados parámetros de calidad y la productividad de los cultivos. Al respecto, Medina, et al. (2016), advierten sobre el significado de la concentración de sales, expresadas comúnmente como conductividad eléctrica, coincidiendo con otros investigadores en la información que junto al pH, brindan sobre la relación necesaria suelo-planta y también, sobre la calidad y disponibilidad de agua y nutrientes para los cultivos, sin embargo, sobre esta relación y su presencia recidiva en los cultivos y desde ello, su implicación en la salud humana y/o animal, no son igualmente analizados, demostrando una brecha en la concepción integral de ver la producción agropecuaria como un asegurador de una nutrición saludable.

Estos propios autores apuntan, además, que, para agua residual o reciclada, se debe determinar la presencia de metales pesados por su incidencia en la cadena trófica y su alta toxicidad, así como, la naturaleza de los sólidos en suspensión, los que condicionan el tipo de riesgo que pudieran acarrear, además de los detergentes empleados en los tratamientos, por su efecto negativo sobre el suelo.

Cuando el agua va a ser empleada en la fabricación de soluciones nutritivas o fertirrigación, también se debe tener en cuenta otros iones como: hierro, manganeso, cobre, nitratos y fosfatos, por su incidencia sobre la nutrición de los cultivos. El autor de este trabajo agrega que de todo lo apuntado con antelación, se evidencia la significación de lo aquí dicho para con la lixiviación de estos contaminantes hacia las aguas subterráneas, las que luego serán potencialmente, fuentes de abasto para animales y comunidades en general.

Una duda de seguro asalta a la mente, ¿cómo enfrentarán entonces los productores pobres de América del Sur y el Caribe, o del continente africano, la problemática antes anunciada, por ejemplo, donde prevalecen las pequeñas parcelas que apenas aportan recursos vitales para subsistir, sujetos a los efectos del Cambio Climático, pero privados económicamente de insumir paquetes tecnológicos que les permitan competir en el mercado, donde las transnacionales ponen las reglas de juego relativa a la calidad, los precios y hasta para la inocuidad de los alimentos; será que necesariamente para estos sectores de la población mundial, el suelo constituye además, un gran sumidero que luego les niega la vida y por ende los obliga a migrar a causa de la propia contaminación generada.

Por otra parte, se prevé que, a nivel mundial, las demandas de riego en la agricultura crezcan notablemente, pero contradictoriamente, los vaticinios sobre la disponibilidad de agua, anuncian un notable decrecimiento, esta incongruencia, análoga a la popular clásica controversia sobre la primacía en la llegada a la vida entre el huevo y la gallina, responde a los efectos del Cambio Climático en primer orden y a las malas prácticas socio-productivas en segundo, algo que debe resolver la humanidad si quiere perpetuar su existencia en el planeta.

Tal complejidad no está excluida hasta en los casos donde modernas plantas vienen a la búsqueda de soluciones a los residuales domésticos y hasta de otra naturaleza, antes de ser vertidos a los cuerpos receptores, donde se emplean distintas sustancias químicas que permiten la recuperación del agua y devolverlas en **“adecuadas condiciones”** al medio natural. La remarca anterior tiene toda una intensión particular, pues a pesar de ser un innegable intento de recuperación de este recurso y permitir su reuso, existen reportes de investigaciones centradas en los efectos que se generan por los químicos usados en este proceso de tratamiento y que generalmente, en una determinada proporción, siguen acompañando al agua, ocasionando otras alteraciones no despreciables para la ocupación de la ciencia, como es el caso de las afectaciones reproductivas a la trucha, por modificaciones en su aparato reproductor, solo por citar alguna.

Choramin, et al. (2015), apuntan que para el desarrollo de una región es indispensable disponer de fuentes de agua que reúnan requisitos de calidad y cantidad para los diferentes fines, aspectos a considerar para el manejo de este recurso. En tal sentido, Moreno & Roldán (2013), señalan que los recursos hidráulicos en todo el mundo están sometidos a enormes presiones, cuyo origen descansa en un incremento de la demanda de agua con mejor calidad, condicionada por factores políticos, sociales y ambientales, a lo que Vasanthavigar, et al (2012), agregan que el desarrollo económico asociado a un incremento acelerado de la población genera esa mayor demanda. Lo anterior de nuevo, condiciona la dicotomía crecimiento- consumo-contaminación- Cambio Climático-escases, algo sobre lo cual debe reflexionar toda la humanidad, para replantearse los proyectos de vida y desde luego, los patrones de consumo y su accionar socio-productivo, de lo contrario, la irreversibilidad del Cambio Climático impondrá el caos sobre el orden.

- La contaminación de las aguas y su repercusión en la salud humana y animal

Otro fenómeno no menos complejo, está en la contaminación de las aguas, dada por la propia naturaleza de los suelos y/o por la actividad antrópica, haciendo a este recurso natural, no apto para el consumo en diferentes fines, sobre todo, para el consumo humano (Del'Amico, et al., 2011). Desde luego, otro escenario que requiere de aguas aptas para el uso, es la producción de alimentos, tanto industrial como agrícola, donde la contaminación bacteriológica, orgánica y/o química, debe ser estrictamente observada.

Uno de los contaminantes químicos más comunes y no siempre bien estudiados, son los nitritos y nitratos, cuya cuantía en las aguas tiene diferente expresión para distintas regiones; su determinación y expresión cuantitativa requiere de observancias bien concretas, como se reporta en el procedimiento propuesto por García, et al. (2020). Según estos autores, su presencia en el agua está asociada a enfermedades tales como la metahemoglobinemia y la carcinogénesis, por lo que para las zonas donde el abasto no proviene de plantas industriales que se encargan de dar adecuado tratamiento a las mismas, estos elementos de la contaminación deben ocupar una buena parte de los esfuerzos gubernamentales, exigiendo calidad y rigor en los análisis que a tal efecto se requieran.

La contaminación con hierro, derivada en la mayoría de los casos de la propia geología de las regiones y desde luego, por la génesis de sus suelos, no siempre forma parte de las reflexiones sobre el control del agua servida y no se tiene conciencia del lamentable efecto que

su presencia ocasiona en los seres vivos, a causa de la ingestión de agua con altas concentraciones de estos iones, repercutiendo en el sistema óseo, en el sistema nervioso central y hasta en la inducción de la producción de células malignas, en resumen, todo un espectro de amenazas que se enmascaran ante ojos inexpertos o sin la necesaria percepción del riesgo, fenómeno muy marcado por la falta de información, limitada instrucción y la evidente prevalencia de los interés económicos sobre el significado de la vida de los seres humanos, los escenarios internacionales avalan en la actualidad tal afirmación.

Los estudios realizados por García & Castro (2018), sobre el comportamiento catiónico en las aguas subterráneas de la provincia Cienfuegos, Cuba y su efecto en la salud, bien pueden ilustrar de mejor manera, estos elementos no siempre tomados en consideración, para lograr el manejo del recurso agua con fines de consumo humano y/o animal; tómese en cuenta que por la cadena alimentaria, los efectos de contaminación en animales, puede llegar hasta los seres humanos, como más comúnmente sucede entre la madre que amamanta y su hijo.

La falta de líneas bases en estos estudios de las aguas, tanto subterráneas como superficiales, impiden aseverar con evidencias científicas, los cambios que se están manifestando en su comportamiento en los equipos industriales, sobre todo, los de generación de vapor, donde las sílices coloidales por citar alguno, hacen un serio estrago por las incrustaciones que generan a partir de su naturaleza misma, reclamando de modernas tecnologías como las Ultra Membranas de filtración o la Osmosis Inversa, para lograr un agua de alta calidad.

Seijas, et al. (2019), señalan que la presencia de sílice en aguas para alimentar calderas, genera importantes pérdidas económicas, tanto por procesos de mantenimiento e interrupciones operativas; produce incrustaciones extremadamente duras, por lo tanto de difícil remoción, además de provocar pérdidas de la transferencia de calor. De nuevo causa y consecuencia como motivos para mirar hacia la otra cara de este entramado complejo, pero real, pues la disminución en la transferencia térmica requiere mayor tiempo de trabajo y con este, mayor consumo de combustible, lo que aporta gases de efecto invernadero y estos condicionan a su vez, el Cambio Climático.

La toxicidad ya referida de conglomerados que se encuentran de forma natural, pero acentuada por los efectos de erosión en los suelos, como es el caso de la salinidad, muestran evidencia en lo apuntado por Hernández & Araujo (2016), al reportar que muchas cianobacterias presentes en dichos conglomerados, producen toxinas potentes que tiene propiedades específicas y dentro de

ellas, algunas provocan efectos perjudiciales tales como: daños hepáticos; neurotoxicidad; oncogenia; trastornos digestivos; fiebre e irritaciones de la piel, fundamentalmente, asunto que reclama profundizar en estudios que se encaminen hacia el empleo de las cianobacterias o también, el adentrarse en la valoración integral de agroecosistemas donde estén presentes estos conglomerados de microorganismos.

Otro agravante a la ya complicada situación, se da con la contaminación por plásticos que se viene produciendo en los cuerpos receptores de agua, llegando hasta el mar y cuya presencia como micro partículas ya se hace presente en las vísceras de distintas especies marinas. Esta situación responde al propio desarrollo económico social que a nivel global se está produciendo, el que conlleva a un incremento de la producción y por consiguiente a las distintas formas de embalaje, donde los plásticos ocupan un cimero lugar, por su versatilidad de uso y sus relativos bajos costos, lo que a criterios de Grün (2016), a su vez, conlleva al aumento de sus residuos, originando al mismo tiempo, una elevación de los niveles de residuos contaminantes; condicionando a criterios de Ferro et al (2008) una nueva forma de contaminación ambiental.

Los reportes de Schweitzer (2018), referidos a que los costes ambientales de los plásticos en general, incluyen emisiones de efecto invernadero, extracción de agua, contaminación de suelos y agua y contaminación de océanos, también pueden servir de reflexión para la búsqueda de alternativas de solución para evitar la contaminación por la deposición de microplásticos en los suelos, a causa de los impactos que generan. Al respecto, Vásquez (2016), apunta que dentro de los efectos negativos más estudiados por los plásticos, está la posible generación de cáncer y los problemas endocrinos, tanto prenatal como en adultos; sin dudas, otra mirada necesaria desde la problemática del agua y su uso, aun cuando esta no responde directamente al Cambio Climático como fenómeno, pero sobre el cual también se manifiesta, pues las Islas de plásticos que ya existen sobre los océanos, sin dudas gravitan sobre la evaporación del agua y ello repercute sobre el conocido ciclo hidrológico.

- Alternativas encaminadas a palear los impactos negativos en la relación agua-Cambio Climático

No todo desde luego, es un panorama apocalíptico, pues el uso consciente de la ciencia y la tecnología está ocupando el centro de mira para atenuar estos negativos impactos, donde la biotecnología y las nanotecnologías tiene un protagónico papel, buscando por ejemplo, cultivares más resistentes a la sequía, contribuyendo así al ahorro de agua, o el empleo de nanopartículas en el tratamiento

a aguas contaminadas, como también, el uso de la energía solar y la eólica, en sustitución de la tradicional quema de hidrocarburos y su consabida contaminación y aporte al Cambio Climático, el empleo de nuevas alternativas de lucha biológica, reduciendo la contaminación, o el uso de nuevos materiales, más eficientes y en diálogo con la sostenibilidad como principio, todo acompañado de fórum de discusión con una amplia participación popular, incluido los movimientos indígenas, portadores de milenarias culturas conservacionistas.

El desarrollo de modernas tecnologías que empleen más eficientemente la biomasa para producir energía, aún está en un insipiente uso, a pesar de ser otra alternativa que, junto a las ya citadas, también libere la exclusiva dependencia del uso de los hidrocarburos como recurso energético, por demás, en franca extinción. En este orden, el capital de las transnacionales del petróleo está jugando su negativa influencia. Bajo esta cruda realidad, el Cambio Climático, por ende, no deja de ser para muchos Estados, mero discurso y solo ciencia ficción, a pesar de sus evidentes y claras manifestaciones. Se necesita asumir nuevos paradigmas en la gestión de los recursos naturales desde un enfoque ecosistémico, apoyado en la implementación y fiscalización de políticas públicas que aseguren el manejo de estos recursos.

Un concepto que permite ilustrar de una manera más comprensible para todos los públicos, es el de agua *virtual*, entendido como *el volumen total de agua empleada en un proceso productivo, para obtener un producto agrícola o industrial; también puede ser extendido este concepto a los servicios*; determinada por diferentes herramientas, una de ellas, la metodología conocida como Huella Hídrica, en la que se pretende desde la trazabilidad del producto, determinar los consumos específicos y total, durante el ciclo de vida de dicho producto.

Aun cuando por sí solo, este concepto no representa la solución a la tan versátil y compleja problemática del agua, sobre todo, para países con pequeños recursos hídricos, al menos, acerca el entender a la gran diferencia entre la demanda de agua por actividad específica y los gastos reales que desde ellas se incurre; el volumen de agua virtual para producir un producto agrícola o industrial, depende de varios factores, principalmente del clima, las prácticas agrícolas y el desarrollo tecnológico.. A pesar de su significado, según diferentes autores, los volúmenes de agua virtual son insignificantes si se compara con otra cruda realidad, la cantidad de agua que se pierde por la distribución en las redes de acueductos y otros usos; aquí las políticas públicas, su uso y control obligado, contribuirán a lograr impactos positivos desde el empleo de este imprescindible recurso.

CONCLUSIONES

La relación agua, su calidad y disponibilidad, vs Cambio Climático, cada vez más incrementa la brecha entre las perspectivas de vida en el planeta y la equidad social, demandando nuevos enfoques en la escala y pretensión del desarrollo social, bajo políticas públicas coherentes y un modelo que privilegie la vida social sobre el disfrute grupal.

El uso de la biotecnología, de las nanotecnologías y de las energías renovables, acompañado de fórum de discusión con amplia participación popular, incluido los movimientos indígenas, el empleo de nuevas alternativas de lucha biológica y otras, tienen un protagónico papel para la reducción de la contaminación, atenuar los impactos del Cambio Climático y asegurar el manejo del recurso agua, pero necesita se asuman nuevos paradigmas en la gestión de los recursos naturales desde un enfoque ecosistémico.

Los estudios realizados sobre la composición iónica de las aguas, demuestran la necesidad de tomar en cuenta los contaminantes químicos, como una causa directa de la generación de enfermedades que comprometen la vida de los seres humano, los animales y las plantas, repercutiendo negativamente sobre los ecosistemas.

El concepto de agua virtual, acerca el entender a la gran diferencia entre la demanda de agua por actividad específica y los gastos reales en dicha actividad, pero por si solo no representa la solución a tan versátil y compleja problemática del agua, requiriendo la implementación y fiscalización de políticas públicas que aseguren el manejo de este recurso, lo que desde luego implica su uso racional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUABOOK. (2016). El agua: una mirada global. <http://educalab.es/recursos>.
- Cabrera, E. N., Díaz, L., & Portela, L.L. (2015). Perspectivas de la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en el ecosistema Montañas de Guamuhaya. (Ponencia). *II Taller internacional de investigaciones sobre manejo de ecosistemas frágiles*. Cienfuegos, Cuba.
- Castro, N. A., & Rajadel, O. N. (2015). El desarrollo local, la gestión de gobierno y los sistemas de innovación. *Revista Universidad y Sociedad*, 7(2), 69-78.
- Choramin, M., Safaei, A., Khajavi, S., Hamid, H., & Abozari, S. (2015). Analyzing and studding chemical water quality parameters and its changes on the base of Schuler, Wilcox and Piper diagrams (project: Bahamanshir River). *WALIA Journal*, 31(S4), 22-27.
- Dell'Amico, J., Morales, D., & Calaña, J. (2011). Monitoreo de la calidad del agua para riego de fuentes de abasto subterráneas en la parte alta del nacimiento de la Cuenca Almendares-Vento. *Revista Cultivos Tropicales* 32(4), 49-59.
- García López, B. C., López Bastida, E.J., & Castro Perdomo, N. A. (2020). Procedimiento para el análisis químico de la contaminación por nitritos y nitratos en aguas de consumo. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(5), 190-195.
- García López, B. C., & Castro Perdomo, N. A. (2018). Comportamiento catiónico en las aguas subterráneas de la provincia Cienfuegos y su efecto en la salud. *Universidad Y Sociedad*, 10(5), 378-384.
- Grün, G. C. (2016). 6 gráficos para entender el problema del plástico. <https://www.dw.com/es/6-gr%C3%A1ficos-para-entender-el-problema-del-pl%C3%A1stico/a-36756148>
- Hernández, R., & Araujo, D. (2016). Cianobacterias: una alternativa para aumentar la competitividad agrícola y seguridad alimentaria de la guajira colombiana. *Revista Interdisciplinaria de Estudios en Ciencias Básicas e Ingenierías*, 3(2).
- Medina, E. K., Mancilla, O.R., Larios, M., Guevara, R. D., Olguín, J. L., & Barreto, O. A. (2016). Calidad del agua para riego y suelos agrícolas en Tuxcacuesco, Jalisco. *Revista IDESIA*, 34(6), 51-59.
- Moreno, F., & Roldán, J. (2013). *Assessment of irrigation water management in the Genil-Cabra (Cordoba, Spain) irrigation district using irrigation indicators. Agricultural Water Management*, 120, 98-106.
- Retamal, M. R., Rojas, J., & Parra, O. (2011). Percepción al cambio climático y a la gestión del agua: aportes de las estrategias metodológicas cualitativas para su comprensión. *Revista Ambiente & Sociedade*, 14(1), 175-194.
- Seijas, C. J., Bianchi, G. L., Gassa, L. M., & Bolzan, A. E. (2019). Eliminación de sílice y reducción de alcalinidad (como carbonatos) de aguas de pozo y de rechazo de sistemas de ósmosis inversa mediante proceso de electrocoagulación. (Ponencia). V Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión de la Facultad de Ingeniería. La Plata, Argentina.
- Spellman, F. R. (2014). Handbook of water and wastewater treatment plant operations. CRC Press Editorial.

Schweitzer, J. P. (2018). *Al desnudo: los envases de plástico no evitan el despilfarro aalimentario. Soluciones y alternativas reales*. Institute for European Environmental Policy.

Vasanthavigar, M., Srinivasamoorthy. K., Rajiv Ganthi. R., Vijayaraghavan. K., & Sarma. V. S. (2012). Characterization and quality assessment of groundwater with a special emphasis on irrigation utility: Thirumanimuttar sub-basin, Tamil Nadu, India. *Arab J Geosci*, 5, 245-258.

Vásquez, L. (2016). Plástico desechable, un asesino silencioso. Revista Dominical. <https://www.nacion.com/revista-dominical/plastico-desechable-un-asesino-silencioso/VFLRFTV5KZGXHC3QSDHTTR5H3U/story/>