PROYECTO ECOEPISTEME

Celina A. Lértora Mendoza
(Coordinadora)

LAS DISCIPLINAS AMBIENTALES FRENTE A LOS GRANDES DESAFÍOS ACTUALES

Las disciplinas ambientales frente a los grandes desafíos actuales : Proyecto Ecoepisteme / Alicia Irene Bugallo ... [et al.]. - 1a ed . - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : FEPAI, 2016.
CD-ROM, PDF

ISBN 978-950-9262-89-8

1. Ambiente. I. Bugallo, Alicia Irene
CDD 121

© Queda hecho el depósito que marca la ley 11.923
F.E.P.A.I.
Fundación para el Estudio del Pensamiento Argentino e Iberoamericano
Marcelo T. de Alvear 1640, 1º E – Buenos Aires
E. mail: fundacionfepai@yahoo.com.ar

PROYECTO ECOEPISTEME

Celina A. Lértora Mendoza
(Coordinadora)

LAS DISCIPLINAS AMBIENTALES FRENTE A LOS GRANDES DESAFÍOS ACTUALES

Ediciones F.E.P.A.I.
Buenos Aires

Introducción

Celina A. Lértora Mendoza

El **Proyecto Ecoepisteme** ha realizado este año sus actividades de investigación con el tema *Las disciplinas ambientales frente a los graves desafíos actuales*. En efecto, la cuestión ambiental plantea hoy un cúmulo de desafíos teóricos y prácticos, que incluyen ámbitos disciplinares muy diversos, que van desde las ciencias químicas y biológicas a la ciencia política y la filosofía.

Los trabajos que abordan estos desafíos desde diversas ópticas disciplinares han sido agrupados en tres secciones. La primera, referida a **Temas Generales** de la problemática ambiental, se abre con el trabajo de **Alicia I. Bugallo y Oriana Cosso** (Argentina) planteando la conexión entre las ciencias sociales y la ecofilosofía. Las autoras comparan el primer ambientalismo científico, con el posterior, que se consolidó en movimientos de participación cívica y social no-gubernamentales, comprometidos en la tarea de generar alternativas en relación al estilo hegemónico en las sociedades industrializadas. Precisamente esta ampliación ha conducido a incorporar en la mesa de diálogo otras tradiciones culturales no menos interesadas en la salvaguarda del ambiente. El aporte de **Mario Mejía Huamán** (Perú) proporciona datos y reflexiones sobre la actividad agrícola pre-incaica e incaica, la cual exige una alta organización social, política y cultural y conocimientos prácticos eficaces sobre el uso y manejo del agua. El autor explora las técnicas de riego y de abastecimiento de agua para consumo humano, mostrando varios casos de notable ingeniería hidráulica de la cultura inca y de la mochica-chimú. Es importante reflexionar sobre estos criterios a la vez eficaces y ambientalmente amigables de manejo del agua, un tema de alta sensibilidad en nuestros días, con el requerimiento del acceso al agua potable como derecho humano básico.

El ambiente sano es hoy un reclamo a nivel humanitario, que exige no sólo políticas adecuadas e implementaciones técnicas, sino también un marco legal que permita asegurar derechos ya proclamados a nivel universal y de general consenso. Dos trabajos abordan un tema de gran actualidad y discusión en el derecho ambiental argentino: la jurisdicción ambiental. **Celina A. Lértora Mendoza** presenta una serie de consideraciones preliminares sobre el tema, en relación a dos ejes. En el primero se analiza brevemente la cuestión de la competencia

jurisdiccional tal como ha sido establecida luego de 1994. El segundo pasa revista a la situación del proyecto de creación de una jurisdicción ambiental nacional (tarea que lleva a cabo el Comité de Promoción de Tribunales Ambientales en Argentina) a partir de algunos antecedentes internacionales y locales. **Maximiliano Macaluse**, por su parte, luego de presentar un panorama de la jurisprudencia sobre fuero ambiental y de las posiciones teóricas en que se sustenta, presenta su pre-proyecto de creación del fuero ambiental en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, que ya ha sido ingresado en las instancias legislativas correspondiente.

La segunda sección, **Estudios de casos**, aporta el análisis de cinco casos ambientales, cada uno de los cuales muestra diferentes facetas de la problemática. **Alejandra Leal Guzmán** (Venezuela) presenta un estudio histórico sobre los terremotos venezolanos durante los siglos XVII, XVIII y XIX, que en su momento plantearon la necesidad de deliberar sobre la resistencia sísmica y las precauciones que deben tomarse para paliar sus efectos. El análisis de la documentación producida durante tres siglos pone el acento en las descripciones de los daños y las precauciones imaginadas, constituyendo un caso de indudable interés, ya que el problema es absolutamente vigente. Otro de los acuciantes problemas actuales, el agua, es abordado también desde una perspectiva histórica por **Rodrigo Vega y Ortega** (México) exponiendo los principales contenidos publicados en el *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística* entre los años 1657 y 1861, período en el que hubo un acento en el tema del agua urbana, mostrando que ya entonces, a pesar del incipiente cultivo científico en el país, las disciplinas –hoy llamadas– ambientales tuvieron un papel fundamental en la transformación del ambiente urbano.

Los tres restantes trabajos de la sección corresponden al período contemporáneo. **Ronald Díaz Bolaños y Adolfo Quesada Román** (Costa Rica) presentan un estudio que podría considerarse de historia reciente (1940-2015) sobre el impacto de la actividad cafetera en el cantón de Coto Brus, en la región meridional. Esta actividad productiva fue parte importante del proceso de colonización agrícola de la zona (algo que podría compararse con los desmontes actuales a beneficio de la actividad sojera); causó numerosas –y no siempre deseables– transformaciones sociales y ambientales y generó migraciones que transformaron el mapa poblacional. La experiencia que los autores exponen en la segunda parte, sobre el cambio en las políticas agrarias a partir de los ’80, permitieron una mayor diversidad productiva y repercutieron favorablemente en el ambiente.

Juanamaría Vázquez García (México) analiza el impacto ambiental y social de la explotación del maíz transgénico, que afectó negativamente las tradiciones agrícolas de los productores locales, y que provocó una larga y no resuelta disputa entre las organizaciones civiles, los científicos y los ambientalistas por una parte, contrarios al maíz transgénico y los que defienden el uso de organismos genéticamente modificados. Las consideraciones de la autora sobre el violento cruce de intereses económicos y financieros que ensombrece los intentos de enfocar la cuestión de modo coherente, abren un amplio campo de reflexión para desafíos ambientales análogos en otros países de América. En un sentido similar, **Catalina A. García Espinosa de los Monteros** (México) pone en cuestión la afirmación de que ciertos emprendimientos hidroeléctricos son "energías limpias". Su estudio se centra ahora en Chicpasém (Chiapas) donde la construcción de una planta hidroeléctrica ha generado una gran polémica local e incluso a nivel nacional, especialmente porque implica el desalojo de los pueblos zoques, habitantes originarios de la zona y cuyos derechos a la tierra están constitucionalmente reconocidos. Este estudio muestra dos facetas del desafío ambiental: el deterioro general que producen o pueden producir ciertos emprendimientos, y el deterioro del hábitat humano incluso legalmente garantizado; desafíos a los cuales por el momento no hay respuesta.

La tercera sección tiene por objeto presentar **Proyectos de interés ambiental**. Dentro de la gran gama de este tipo de propuestas, se presenta cuatro que muestran sendas facetas del tema. **Ignacio Daniel Coria** (Argentina) trata el tema de los biocombustibles, asunto que es de reiterado interés en el Proyecto Ecoepisteme. En este caso se analizan diversas formas de producción, exponiendo sus fortalezas y debilidades. La conclusión, desde el punto de vista técnico, es que los biocombustibles tienen muy poca capacidad de sustituir al petróleo y sus derivados a nivel mundial, lo que supone volver a plantear si es realmente conveniente continuar con la producción de materia base, en lugar de destinarla al consumo humano o animal.

Una cuestión relevante para los técnicos ambientales, la detección y salvaguarda de riesgos de contaminación, es abordada por **Daniel Tarizzo, Alejandro Tosi y Agustín More** (Argentina) en relación a los compuestos orgánicos volátiles (COV) y concretamente el benceno, que puede producir graves intoxicaciones e incluso la muerte. El trabajo expone las condiciones técnicas de un laboratorio de control que verifique el grado de contaminación del aire según estándares internacionales.

Los dos últimos trabajos plantean proyectos relativos al mejoramiento de ciertos vegetales tanto para consumo humano (o animal) como para diversos usos industriales. **Nora Aimarett, Emilce Llopart y Marcela Gallardo** (Argentina) publican los resultados de una investigación de varios años sobre la puesta en valor integral del grano de sorgo, un vegetal resistente a la sequía y apto para el mejoramiento alimenticio por sus componentes proteicos. Luego de pasar revista a las diferentes formas de comercialización y uso (tanto alimenticio como industrial), las autoras concluyen la conveniencia de continuar investigaciones que permitan mejorar la productividad de este grano y ampliar sus opciones de mercado.

Finalmente **Pablo Torresio** (Argentina) expone la valoración química del aceite de soja que, como aceite vegetal ha tenido secularmente usos tan dispares como el alimenticio, el cosmético y el combustible. El trabajo explora la historia reciente del crecimiento de la industria oleoquìmica, en la cual la soja tiene un papel preponderante. Mostrando las diversas etapas de producción de derivados, especialmente biodiesel y el propilenglicol a base de glicerina refinada, mostrando sus posibilidades económicas; otro tanto sucede –explica– con los monoglicéridos, que no tienen producción nacional, siendo necesaria su total importación. Este estudio muestra la necesidad de fortalecer el polo oleoquímico argentino como parte de las políticas de promoción industrial.

Esperamos que estos trabajos tengan igual favorable acogida que las anteriores y continúe despertando inquietudes de investigación y reflexión sobre estos importantes temas.

TEMAS GENERALES

Las ciencias socio-ambientales y su vínculo
con en el desarrollo de la ecofilosofía contemporánea

Alicia Irene Bugallo
Oriana Cosso

1. Introducción; ambientalismo científico y conciencia ambiental

Históricamente, primero se fue desarrollando la ecología como ciencia natural, luego emergió un ambientalismo científico y de allí se fue perfilando la filosofía ambiental en sus distintas modalidades[1].

El primer ambientalismo fue científico, generado en la comunidad académica de los países del Norte a partir de preocupaciones más o menos acotadas, tales como la contaminación radioactiva por pruebas nucleares o la contaminación con sustancias químicas, compuestos clorados, etc.

Cabe destacar a figuras prominentes como Barry Commoner, fisiólogo de plantas y Rachel Carson, Master en genética, especialista en ecología marina. El primero tuvo gran participación en el Comité para la Información Nuclear, creado en 1958, como parte de la campaña contra la radiación en el planeta. Las pruebas nucleares estaban provocando una poderosa reacción moral. De este impulso surgió luego, en 1963, el primer Comité para la Información ambiental.

Rachel Carson, autora del notable libro *Primavera Silenciosa* (1962), advirtió que la actividad antrópica estaba produciendo contaminación en el planeta, con sustancias como el DDT, los pesticidas clorados, el gamexane, etc. Según la autora, estos contaminantes estaban afectando severamente la cadena de la vida, la cadena alimentaria, desde las pequeñas diatomeas hasta los grandes mamíferos y al hombre mismo. Son sustancias que se acumulan en los tejidos de plantas y animales, penetran en las células germinales, alterando el material de la herencia, del cual dependen formas futuras.

[1] Alicia Irene Bugallo, 2015, *Filosofía ambiental y ecosofias. Arne Naess, Spinoza y James*, Bs. As., Prometeo, 2015.

La preocupación ambiental emergente extendió su influencia a Europa y al resto del mundo, consolidándose en movimientos de participación cívica y social no-gubernamentales, comprometidos en la tarea de generar alternativas en relación al estilo hegemónico en las sociedades industrializadas. La Fundación Vida Silvestre (WWF), fue la primera ONG ambiental mundial, creada en 1961.

Se acentuó una **visión ecológica** donde nada debía quedar aislado de su contexto natural y social. En el mundo contemporáneo, muchos problemas graves como la degradación del entorno, la amenaza de guerra nuclear, la persistencia del hambre junto al pretendido desarrollo, son cuestiones que ya no pueden tratarse aisladamente[2].

Los países en desarrollo que cobraron conciencia de los problemas ambientales gracias a la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Humano, 1972, conocida como Conferencia de Estocolmo '72, exigieron de algún modo que los ecólogos proveyeran aportes realistas sobre otras posibilidades de utilización de los ecosistemas, particularmente en las regiones tropicales y en las zonas áridas. Hasta entonces, la ecología no había tenido en cuenta los factores sociales y económicos y no estaba en condiciones de aconsejarles.

> "Finalmente, la ecología fue 'recuperada', particularmente en los países industrializados, por ciertos movimientos o grupos de acción que luchaban contra la tendencia hacia una industrialización en sentido único, que consideraban alienadora y peligrosa, y para conseguir una nueva 'calidad de vida', más allá de la sociedad de consumo"[3].

2. Filosofía ambiental, ciencias y ecosofía

¿Qué rol cumple la filosofía en medio de este panorama diverso y complejo? Muchos representantes de la ética ambiental y de la ecofilosofía tales como Baird Callicott, Tom Regan, Arne Naess, George Sessions, han reconocido en su momento la fuerte impresión que dejó en ellos la figura de Rachel Carson, así como la del ecofilósofo *avant-la-lettre* Aldo Leopold.

[2] Alicia Irene Bugallo, *De dioses, pensadores y ecologistas*, Bs. As., Grupo Editor Latinoamericano, 1995.
[3] Francesco di Castri, "La ecología moderna: génesis de una ciencia del Hombre y de la Naturaleza" en Revista *El Correo de la UNESCO*, abril, 1981: 6-11, p. 10.

Los mayores efectos se notaron en el área de la filosofía práctica, a través del cuestionamiento de creencias, valores y metas de la civilización industrial moderna, aunque también revitalizando muchos aspectos "ecológicamente" apropiados de la herencia cultural de la humanidad. Sin descuidar **la causa** material, la filosofía ambiental subraya **la raíz** ideológica y espiritual de la problemática ambiental.

Sin embargo hay que recordar que, en la década del '70, la relación del ambientalismo en general y de la ecofilosofía en particular con la ciencia natural –incluyendo a la ecología– era francamente ambigua.

Diversas prevenciones hacia la ciencia se expresaban de distintos modos. Los grupos más radicalizados reclamaban el **fin de la ciencia**. En el mejor de los casos, se trataba del fin de la creencia en la ciencia tal como es usualmente concebida. En realidad, lo que estaba en entredicho para algunas corrientes contraculturales era el paradigma de la modernidad mismo[4].

Para ciertas representantes del movimiento feminista, la ecología también estaba sospechada de complicidad con la destrucción del planeta, simplemente por ser un producto más de la nefasta comunidad científica logocéntrica, androcéntrica, eurocéntrica[5].

Finalmente, para otros pensadores de la contracultura la ecología se mostraba como una ciencia "anticientífica', subversiva, al punto que feroces impugnadores de la modernidad creyeron reconciliarse con "la ciencia" a través de la ecología. Se la consideraba ligada a lo femenino, a la madre naturaleza, tan explotadas ambas a lo largo de la historia por el varón racional competitivo dominante blanco europeo.

[4] Gerald Holton, *Science and Anti-science*, Cambridge, Ma-London, Harvard Univ. Press, 1993.

[5] Martin Lewis, 1996, "Radical environmental philosophy and the assault on reason", en P. Gross, N. Levitt y M. Lewis (eds.), *The Flight from Science and Reason*, New York-Baltimore y London. Annals New York Academy of Science, John Hopkins University Press, 1996: 223-234.

Las ciencias ambientales no son sólo las ciencias naturales. Hay que reconocer que la ecología ha tenido un nacimiento, y, sobre todo, una evolución muy distintos de las demás ciencias. Cabría representar, por ejemplo a la biología, como **un tronco** del que salen diversas ramas (como la citología, la histología, la fisiología, etc.) las que a su vez se subdividen en ramas secundarias (como biología molecular, neurofisiología, etc.)[6].

> "En cambio para representar la ecología tendríamos que dibujar **numerosas raíces**, convergiendo todas ellas para formar un tronco común: primero la botánica, la zoología, la climatología, la ciencia de los suelos, la geografía física; después la bioquímica y la microbiología o las matemáticas superiores (para la modelización), y por último, la sociología, la geografía humana, la psicología e incluso las ciencias económicas"[7].

La filosofía ambiental mueve al diálogo entre dos tipos de aproximación científica, las ciencias de análisis y las ciencias de síntesis. Y si bien se percibe la internalización de conceptos como **complejidad**, **diversidad** y **simbiosis**, el ecósofo noruego Arna Naess interpone una aclaración:

> "[…] las normas y las tendencias del **movimiento ecología profunda** no están derivadas de la ecología lógicamente ni por inducción. El conocimiento ecológico y el estilo de vida del ecólogo de campo han **sugerido**, **inspirado** y **fortalecido** las perspectivas del Movimiento Ecología Profunda"[8].

Para este pensador el movimiento ambientalista debe ser **ecofilosófico** más que ecológico. La ecología, como ciencia, no necesariamente provee lineamientos para orientar el accionar humano. La filosofía es la instancia más general para debatir los fundamentos, descriptivos tanto como prescriptivos, y la filosofía política es una de sus secciones:

[6] F. di Castri, ob, cit., p. 6.
[7] Ibíd., p., 6
[8] Arne Naess, "Los movimientos de la ecología superficial y la ecología profunda: un resumen", *Revista Ambiente y Desarrollo* 23, Edición Especial Ética Ambiental (Santiago de Chile) 23, N. 1, 2007: 98-101, p. 98.

> "Por una **ecosofía** yo entiendo una filosofía de la armonía ecológica o del equilibrio. Una filosofía como un tipo de *sofía* o sabiduría, es abiertamente normativa, contiene tanto normas, reglas, postulados, anuncios sobre prioridad de valores e hipótesis concernientes al estado de los hechos en nuestro universo. Sabiduría es sabiduría política, prescripción, no sólo descripción científica y predicción"[9].

3. Influencia de la filosofía ambiental en las ciencias ambientales

Sería oportuno hacer también una referencia a la influencia recíproca que reciben las ciencias naturales, desde el campo de la filosofía ambiental. Nos referimos por ejemplo a la biología de la conservación. Frente a la ecología y la biología como ciencias puras o básicas, surge la **biología de la conservación**, introducida por Michel Soulé a partir del '85, con fuertes componentes de estudios de campo y la intencionalidad de la ciencia aplicada. Esta modalidad asocia ciencia con **ecosofía**, aceptando valores y la obligación de actuar. Los axiomas de la biología de la conservación –la evolución en buena, la diversidad es buena– han sido tomados bajo inspiración de la ecología profunda.

Los biólogos de la conservación –no todos por cierto– se refieren a la suya como una ciencia de crisis. Quieren cambiar el modo en que la cultura valora la naturaleza, tratando también de cambiar la cultura de la ciencia misma. Por ejemplo, no alientan la dicotomía hecho/valor. Su misión es desarrollar herramientas para invertir o mitigar el proceso de deterioro de la biodiversidad. Las áreas silvestres retroceden por el aumento de la población, por lo tanto hay que pensar estrategias de conservación[10].

De modo muy esquemático podemos apreciar las diferencias entre la actitud normal del científico y la del científico que apunta a la biología de la conservación[11]:

[9] Ibíd., p. 6
[10] Michael Soulé, "What is conservation Biology?", *Bioscience 11*, 1985: 65-72.

[11] Cf. S. C, Trombulak et al., "Principles of Conservation Biology: Recommended Guidelines for Conservation Literacy from the Education Commitee of the Society for Conservation Biology", *Conservation Biology* 18, 2004: 1180-1190.

Actitud científica "normal"	Biología de la conservación
El científico se mantiene neutral, libre de valores, en actitud objetiva.	Integran valores económicos, espirituales, estéticos.
Considera que ir más allá de estos parámetros lo aparta de las incumbencias y del perfil apropiado a un científico.	Sus seguidores han sido tan partidistas como pudieron en lo que hace al cuidado de la biodiversidad.
Aporta "hechos" sobre el mundo natural	Hablan también de los "valores" de la naturaleza.

Fuente: S. C. Trombulak et al., 2004

Ellos han generalizado los términos **biodiversidad** y **biosfera**; la incorporación del concepto de **biosfera** ha sido muy significativa, pues impide dejar a la humanidad afuera. A partir de ahora será imposible no considerarla como integrante y protagonista cada vez más relevante en los cambios que soporta el planeta. La tendencia es aceptar que los seres humanos comparten con todas las demás especies una herencia genética y numerosos lazos ecológicos que forman el contexto dentro del cual las sociedades humanas han desarrollado un complejo conjunto de valores psicológicos, éticos y espirituales relativos a la biodiversidad. El reconocimiento de esta realidad lleva hoy el nombre de **restauración biocultural**.

4. ¿Ciencias ambientales o socio-ambientales?

La incorporación de tópicos socio-culturales a la conservación supone una verdadera revolución conceptual y metodológica. Se toman en consideración elementos intangibles simbólicos y no cuantificables de la acción y del espíritu humano, como pueden ser la percepción diferente, según las poblaciones y los individuos, de lo que es desarrollo y calidad de vida, de las aspiraciones o el sentimiento de pertenencia.

Desde el punto de vista del entrecruzamiento de saberes, tanto el biocentrismo ambientalista como la biología de la conservación aceptan la evolución biológica como axioma básico, subrayan el componente dinámico del mundo natural y su

carácter inestable y propician la inclusión de la diversidad cultural como agente activo en todo plan de conservación[12].

La diversidad cultural humana es crucial en los proyectos de conservación. Los valores no son universales. Diferentes culturas valoran más o menos a ciertas especies y este hecho debe ser tenido en cuenta cuando se diseña un plan de conservación. Existen diferencias en la valoración de la naturaleza que presentan los habitantes de las zonas rurales o urbanas, los hombres y las mujeres, los de diferente clase social, etc.

Vemos que de algún modo, la biología de la conservación no es sólo una parte de las ciencias naturales, sino que en su cuerpo de contenidos se entrelazan la filosofía, la economía y la sociología (todas ellas disciplinas relacionadas con el contexto social en el que tiene lugar la conservación) con el derecho y la educación (que determinan las vías en las que se realiza la conservación).

Por su parte, la filosofía ambiental ha venido incorporando saberes actualizados de las ciencias biológicas y del ambiente, y muy especialmente en las últimas décadas ha sentido la necesidad de incorporar conocimientos propios del campo de la antropología, de la economía y de la sociología. Un ejemplo significativo lo tenemos en el artículo de Arne Naess "Quality of Life Research" (1998) donde se hace referencia a los avances de investigaciones en el campo de las ciencias sociales aplicadas sobre parámetros de calidad de vida y estándar de vida.

En *Culture and Environment* [13] (1993) Naess admitía que numerosas prospectivas de la sociedad sustentable futura reflejan un estilo de vida bastante uniforme y tienden a pensar el camino hacia la sociedad ecológicamente sustentable como si fuera la realización o la tarea de una sola cultura. Y ha insistido en la ejemplaridad de tradiciones co-existentes con la nuestra, que aún pueden cumplir un rol decisivo frente a los desafíos de la crisis ambiental global. Entre alguna de ellas es posible encontrar sofisticadas prácticas de técnicas ecológicas y estilos de vida beneficiosos.

[12] Gary K. Meffe, C. Ronald Carroll and contrib., *Principles of Conservation Biology*, Sunderland, Mass., Sinauer Ass., 2ª ed., 1997.

[13] Arne Naess, 1993, 'Culture and Environment', publicado por primera vez en *The Trumpeter*, Vol. 21, N. 1, 2005.

Llamaba a la colaboración de las ciencias sociales como fuente de información para sugerir qué aspectos positivos de las culturas pueden ser subrayados y hasta qué punto las tendencias negativas pueden ser evitadas[14]. (Cultural Anthropology: A New Approach to the Study of How to Conceive Our Own Future', 1984)

Muchos saberes considerados como "conocimiento ecológico tradicional" (o **etnoecología**) difieren de la aproximación de tipo científico, que descansa más en la investigación de algunas variables seleccionadas y en el análisis por modelos teóricos matemáticos. Sin negar la existencia de un orden natural, diversos ecofilósofos cuestionan que la ciencia natural sea la única parte privilegiada de la cultura capaz de entender ese orden.

[14] Arne Naess, "Cultural Anthropology: A New Approach to the Study of How to Conceive Our Own Future", *The Trumpeter* 21, N. 1, 2005: 3-7.

La agricultura y el poder de las culturas prehispánicas peruanas

Mario Mejía Huamán

Introducción

Los pre-incas, agricultores de la costa y la sierra dieron origen a la cultura inca, bajo cuyo gobierno los Andes llegó a su máximo desarrollo.

La actividad agrícola superior, que llegó no sólo a domesticar el maíz y la papa sino a mejorar su variedad, exige una alta organización social, política y cultural. Como un elemento interviniente en dicha organización social, política y cultural tenemos el dominio de sistemas hidráulicos, el dominio de la ingeniería civil y la arquitectura especializada para el caso, así como una organización social en que el trabajo además de ser festivo era actividad colectiva y una vida sujeta a normas sencillas pero efectivas como el "no ser mentiroso" (*ama llulla kay*), no ser perezoso (*ama qella kay*) y no ser ladrón (*ama suwa kay*). Ello hizo posible que en un momento dado la agricultura de los incas tuviera excedentes y los llevara a la conquista de los pueblos vecinos.

Con respecto al manejo de las aguas para el riego y el consumo humano los pre incas y los incas llegaron a tener una alta ingeniería hidráulica (*unu kamayoq*), la construcción de andenes para la agricultura irrigada y la construcción de centros de aclimatación papa el mejoramiento y cruces entre ellos del maíz y la papa, todas ellas hoy, dignas de admiración.

Para ilustrar nuestra tesis mostraremos el sistema hidráulico que irrigaba Cabanaconda y alrededores en el Valle del Cañón del Colca, Arequipa; el sistema hidráulico de los mochica-chimúes en el actual departamento de La Libertad, en sistema hidráulico de los incas en Cumbemayo, departamento de Cajamarca y, en todos los grupos arqueológicos entre ellos, de Ollantaytambo, Tambo Mach'ay, Saqsaywaman, Machupikchu, y el Tempo del Dios *Wiraqocha*, en Raqch'i, distrito de Canchis, en el Cusco, entre los más conocidos.

1. Manejo de las aguas en el Cañón del Colca

Raúl H. Gelles, en *Agua y poder en la sierra peruana*, hace un estudio detallado de la existencia de canales ancestrales de irrigación en el Valle del Colca, los mismos que eran encausados de los deshielos de los nevados de Hualca Hualca (6025 msnm), Sabancaya (5,900 msnm) y Ambato (6300 msnm). Las aguas provenientes del nevado Hualca Hualca eran conducidos al valle de Cabanaconde, Antesana, y uno más antiguo que es el canal de Huatac que probablemente llegaba hasta Piracha Pampa[1].

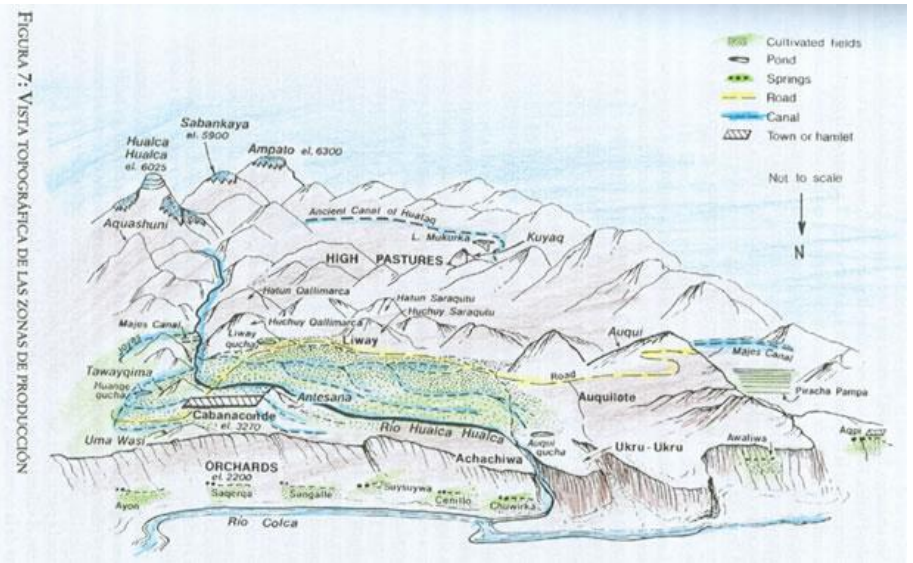


FIGURA 7: VISTA TOPOGRÁFICA DE LAS ZONAS DE PRODUCCIÓN

[1] P. H. Gelles, *Agua y poder en la sierra peruana*. Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial, 2002, p. 71.

2. Sistema de irrigación prehispánica, mochica-chimú

Por otra parte C. R. Ortloff, hace un estudio de la existencia de Canales de agua, prehispánicos, en las pampas de la actual ciudad de Trujillo[2], este canal recogía las aguas del rio Chicama aproximadamente de la desembocadura del rio en el mar, 70 kilómetros río arriba. Irrigaba toda las pampas de Trujillo hasta desembocar sus remanentes en el rio Moche, el mismo que es una obra de ingeniería hidráulica como se puede mostrar con perfiles hidráulicos, perturbación hidráulica, recorriendo en lugares por debajo del nivel del suelo gracias al sistema de vasos comunicantes.

[2] C. R. Ortloff, C. R. (1985, p. 94, 101). *La ingeniería hidráulica chimú,* Mexico, La Tecnología en el mundo andino: Subsistencia y mensuración, 1985, pp. 94,101.

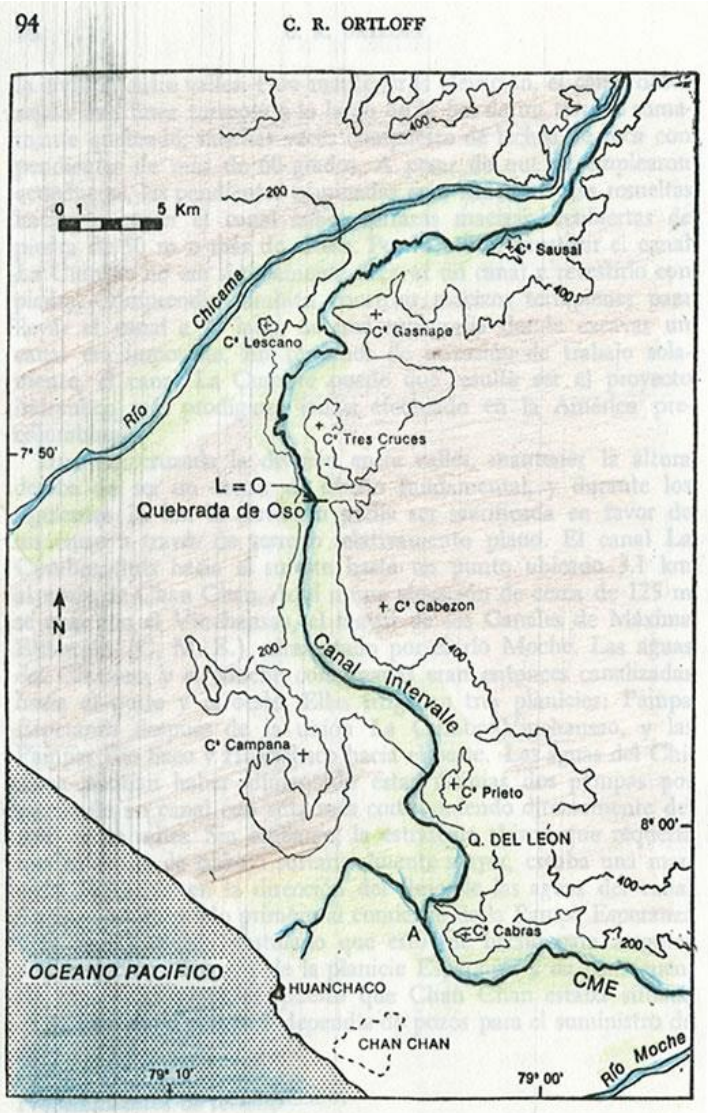


Fig. 1. Mapa del canal La Cumbre entre los valles del Chicama y Moche (cortesía de J. Kus).

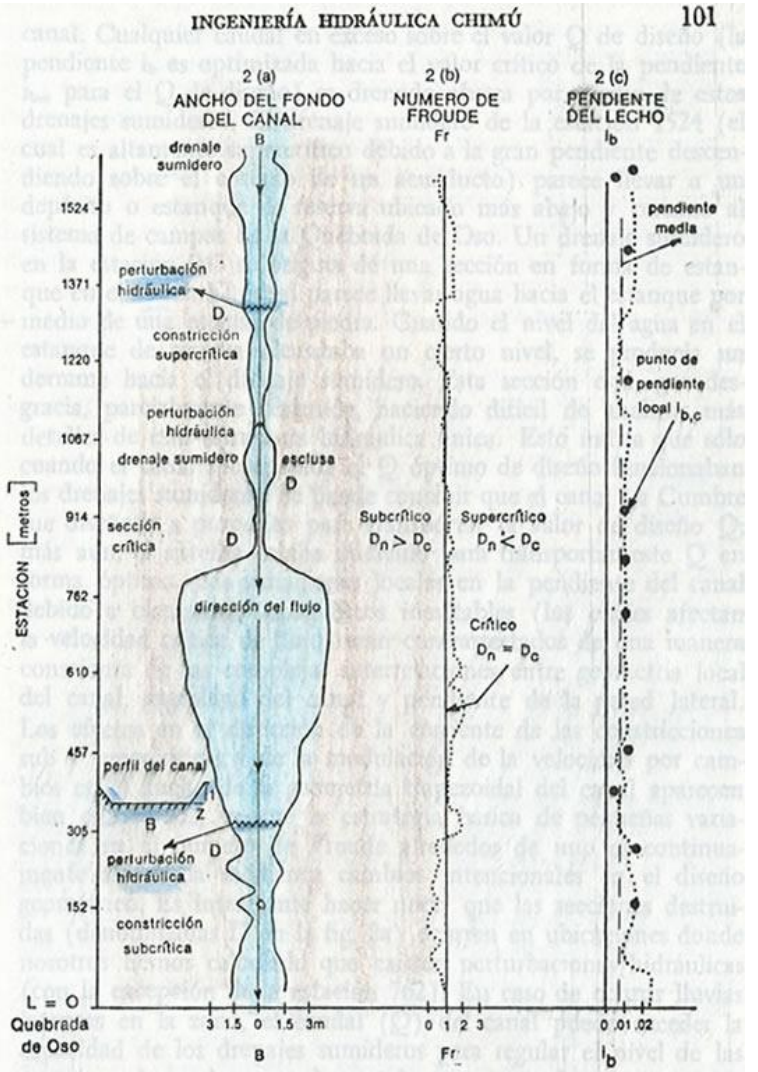


Fig. 2. Canal Intervalle: El ancho del fondo del canal (B), el número de Froude (Fr), y la pendiente del lecho (i_b) delineado en función de la estación (metros) corriente arriba de hito de referencia, L = 0, ubicado en la Quebrada de Oso.

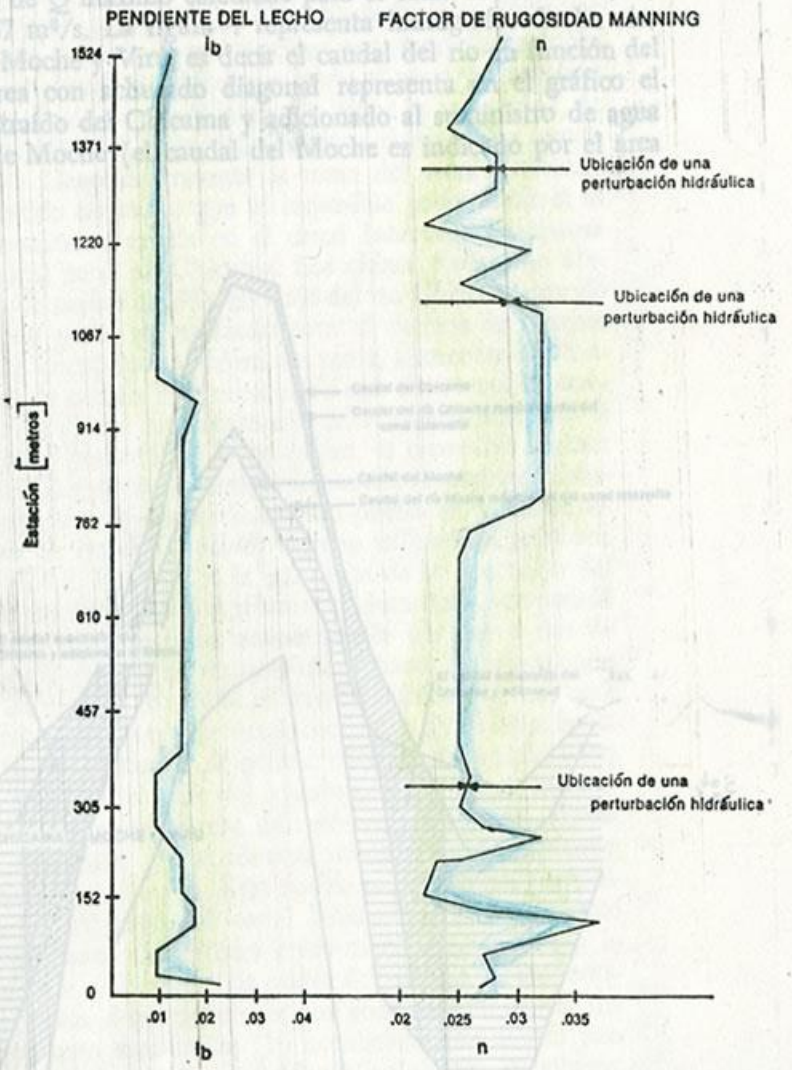


Fig. 3. Canal Intervalle: la pendiente del lecho (i_b) y el factor de rugosidad Manning (n) delineado en función de la estación (metros) corriente arriba del hito de referencia, L = 0, en la Quebrada de Oso.

Entre otras investigaciones en torno los sistemas hidráulicos, el investigador John Murra dedica el capítulo 11 de su libro *Formaciones económicas y políticas del mundo andino*, a las investigaciones del profesor de historia norteamericano Paul Kosok, quien entre los años 1940 y 41 y 1948 y 49,

> "…levantó el mapa de los antiguos canales que traían agua de la sierra andina a los valles costeños, desde del río Casma hasta Motupe-La Leche… en tiempos anteriores a los inka, el agua de cinco valles (desde Jequetepeque hasta Motupe) podía ser trasladada a voluntad a cualquiera de ellos. Hay pruebas de que este sistema reemplazo a otros anteriores, menos ambiciosos, cuyos canales también encontró Kosok y cuyos cursos trazó"[3].

2. Canal hidráulico de Cumbre Mayo, Cajamarca

Este canal se encuentra en al suroeste de la ciudad de Cajamarca, a una altitud de aproximada 3.500 msnm, es una acueducto prehispánico de unos ocho kilómetros de longitud. Según el arqueólogo Julio C. Tello, quien fue su descubridor, pudo haber sido un lugar de culto al agua, como el de Tambo Mach'ay y Tipón en el Cusco.

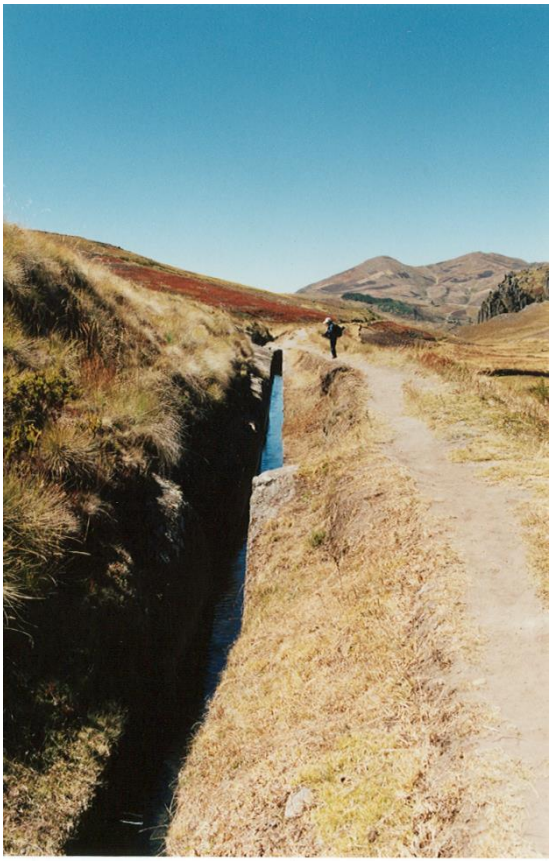
[3] M. John, *Formaciones económicas y políticas del mundo andino*, Lima, Instituto de Estudios Peruanos, 1975, pp. 269-270.

En Cumbemayo, el agua discurre por un canal entre 30 y 50 centímetros del nivel del suelo. El agua, en toda época del año, "llueva o truene" se mantiene cristalina. Nosotros pensamos que además de haber sido un lugar de culto al agua, pudo haber sido un canal didáctico para especializar ingenieros hidráulicos (*unukamayoq*) en la construcción de acueductos. El agua, además de su "cristalinidad", discurre a la misma velocidad en toda época; pensamos que para controlar la velocidad del agua se tuvo que recurrir a las técnicas de perturbación hidráulica que podemos observar en la foto.

En algunos trechos se ha recurrido a pequeñas gradientes y salientes que aminoran la velocidad del agua.

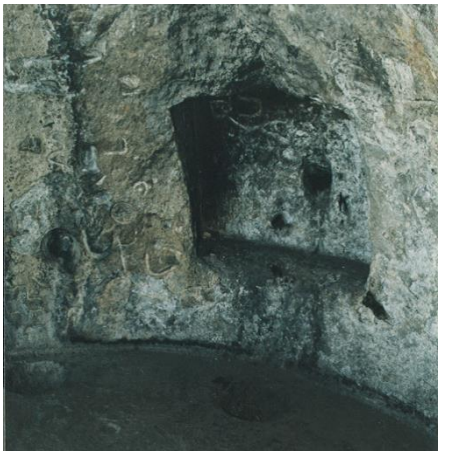
Además es importante resaltar que, para no interrumpir el curso de canal sus constructores cortaron la “roca viva”, aunque no se sabe cómo, sin contar con aparatos como los que hoy contamos.

https://hidraulicainca.com/cajamarca/canal-cumbemayo/



Pero lo que más nos ha llamado, es el hecho de que, de cierta distancia a otra, se pueden observar, rocas en las que aparecen ciertos gráficos, probablemente *qelqas* (escritos), que expresan la precipitación o perturbación hidráulica; el problema es que hasta hoy los andinos no hemos tenido un Jean-François Champollion *(Francia 1790 – 1832)* que haya descifrado las *qelqas* (escritos) o *khipus* (sistema de nudos) incas.

A pesar del tiempo transcurrido y las inclemencias que causan la erosión aún en objetos duros como las piedras, podemos percibir aún las mencionadas representaciones:

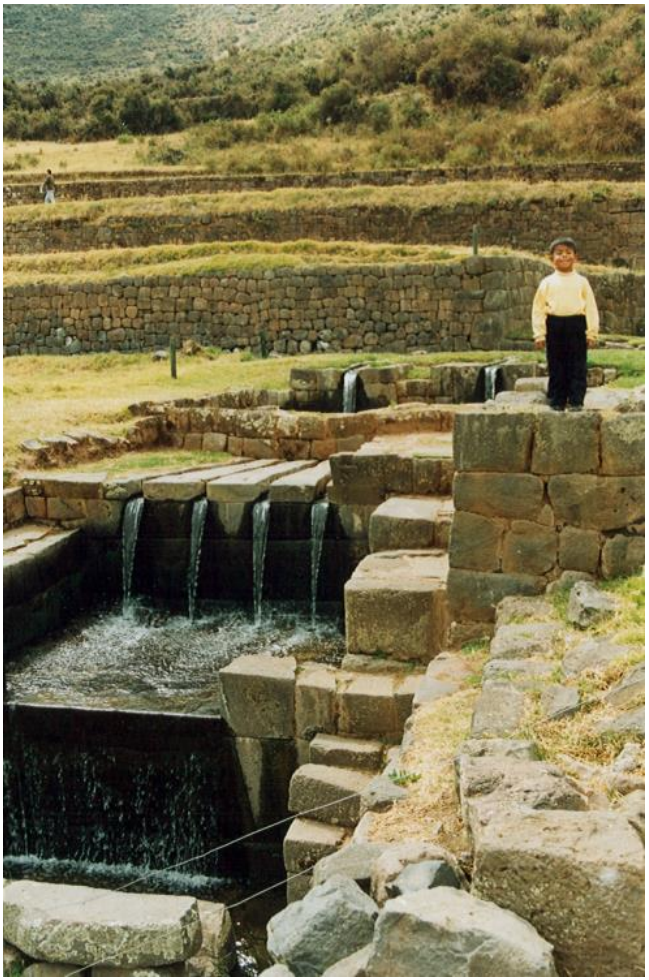


Nuestro guía nos informó que, el agua de Cumbe Mayo es utilizada para irrigar los campos de cultivo del valle.

3. Sistema hidráulico de Tipón, Cusco

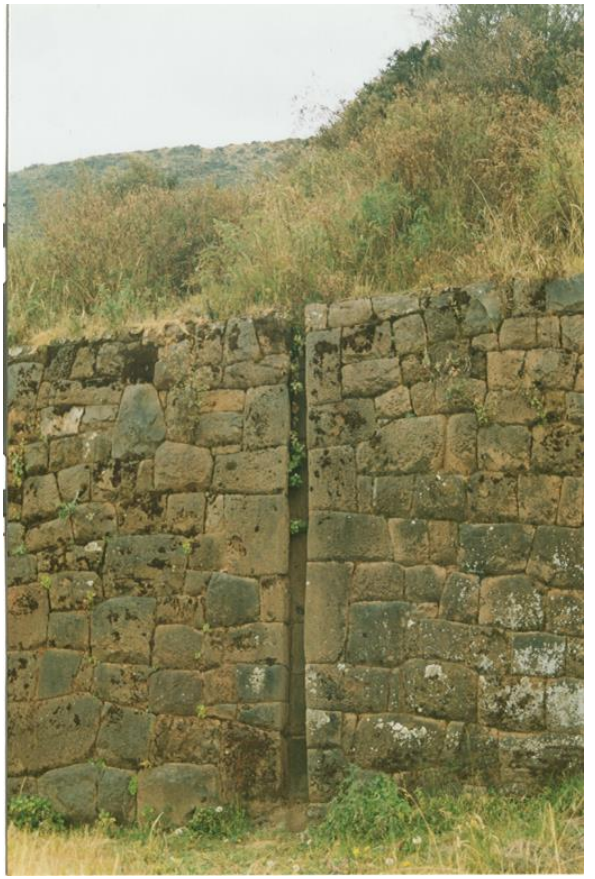
El grupo arqueológico de Tipón, se encuentra al nor-oeste del poblado que lleva el mismo nombre, aproximadamente a 3560 m.s.n.m., A unos 25 kilómetros de la ciudad del Cusco. Como Cumbemayo, probablemente Tipón haya sido un lugar de culto al agua, por el acabado del área por dónde discurre el líquido elemento y por la explanada que se encuentra entre los muros y los canales que discurren junto a ella. El agua que aflora del muro, discurre por el canal que vemos en la foto:

Luego el canal bifurca para dar origen a dos pequeñas cascadas y finalmente cae a través de cuatro pequeñas cascadas tal como se puede observar en la foto, para discurrir junto a las paredes de piedra que definen la explanada y el cerro.



Vista panorámica del margen derecho de Tipón

El agua corre junto a los muros laterales de la explanada. En la foto se puede apreciar el descenso del agua por el lateral derecho, lo cual se puede observar por el camino que va en dirección opuesta al curso del agua. En el extremo izquierdo, existe otro canal, que cuando visitamos el lugar, aún no había sido recuperado.

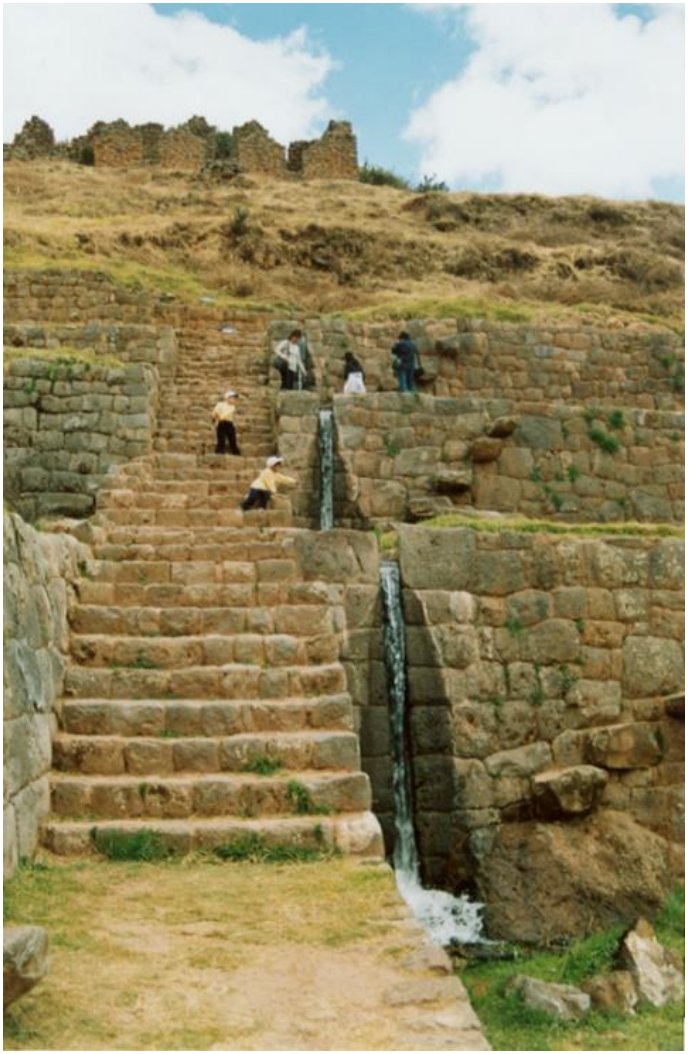


Caída de agua lado izquierdo

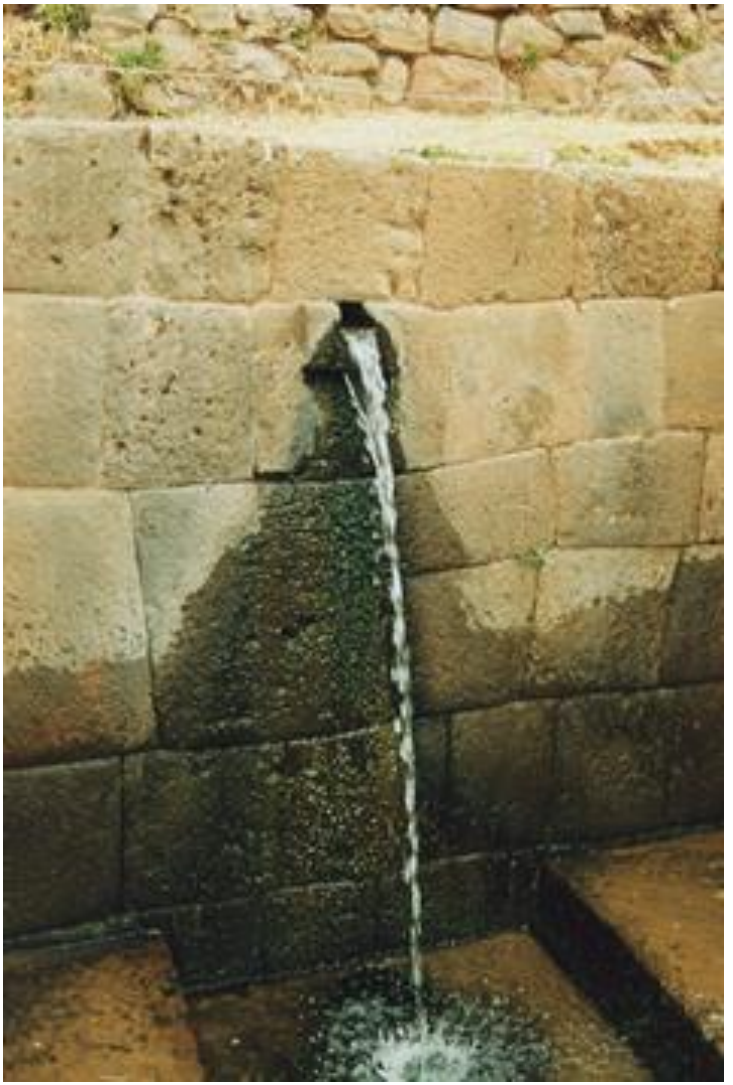
Canal del lado derecho

Canal no recuerdo, lado izquierdo

Canal del lado derecho



Caídas de agua del lado derecho



Una de las piletas de Tipón

4. Templo hidráulico de Tambo Mach'ay, Cusco

Tambo Mach'ay, se encuentra en el grupo arqueológico de del mismo nombre, parece que el lugar hubiera sido, efectivamente un lugar de culto al agua, ya que la explana que la rodea no es muy amplia, y el agua que discurre por la pendiente hacia el valle del Cusco, sólo se utiliza para regar los campos de cultivo, principalmente, del actual distrito de San Sebastián.

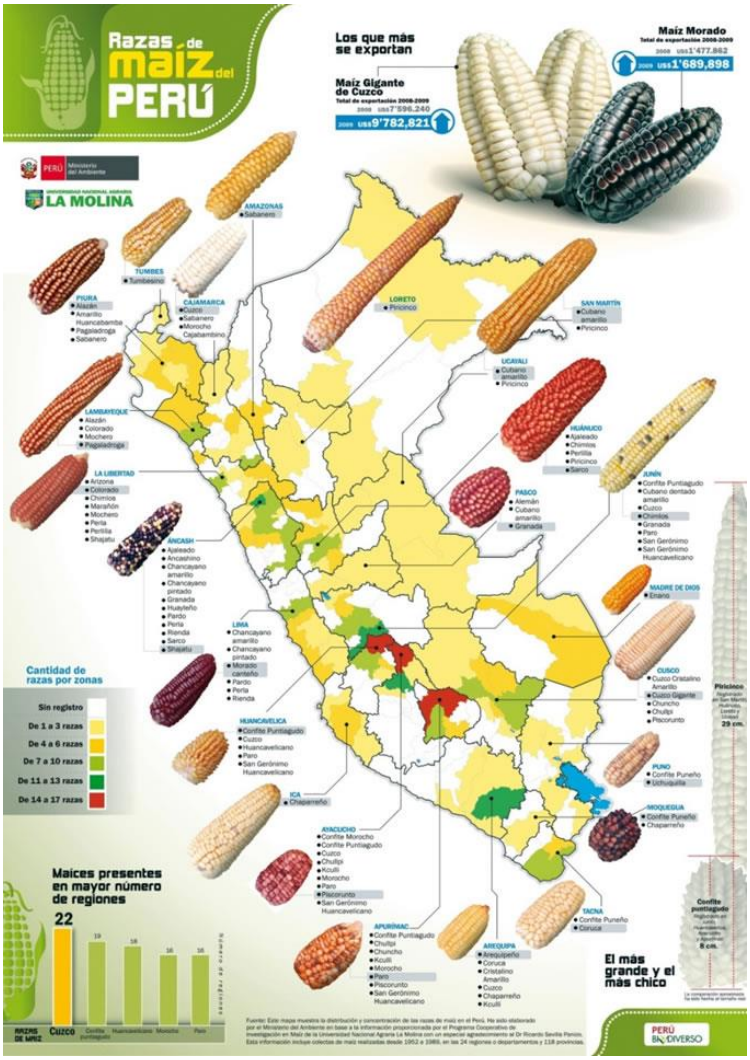
Vista panorámica del templo

5. El desarrollo de la agricultura prehispánica

a. El maíz y sus variedades

Con el título: *Amplia variedad: conoce la mapa peruano del maíz y sus 50 tipos* El Perú es el país con mayor diversidad debido a sus formas, colores, tamaños y textura de grano presenta las siguientes ilustraciones[4]:

[4] *El Comercio*, 27 de mayo de 2011 y 20 de noviembre de 2016, p. C. *https://www.google.com.pe/search?q=mapa+de+la+produccion+de+maiz+en+peru+2014 &safe=active&biw=1600&bih=*. Obtenido de https://www.google.com.pe/search?q=mapa+de+la+produccion+de+maiz+en+peru+2014&safe=active&biw=1600&bih=


Razas de maíz del PERÚ
Los que más se exportan
Maíz Gigante de Cuzco
Total de exportación 2008-2009
2008 US$7'596.240
2009 US$9'782,821
Maíz Morado
Total de exportación 2008-2009
2008 US$1'477.862
2009 US$1'689,898
PERÚ Ministerio del Ambiente
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
AMAZONAS
Sabanero
TUMBES
Tumbesino
PIURA
Alazán
Amarillo
Huancabamba
Pagaladroga
Sabanero
CAJAMARCA
Cuzco
Sabanero
Morocho
Capaballoinco
LORETO
Piricinco
SAN MARTÍN
Cubano amarillo
Piricinco
UCAYALI
Cubano amarillo
Piricinco
LAMBAYEQUE
Alazán
Colorado
Mochero
Pagaladroga
LA LIBERTAD
Arizona
Colorado
Chimlos
Marañón
Mochero
Perla
Perlilla
Shajatu
HUÁNUCO
Ajaleado
Chimlos
Perlilla
Piricinco
Sarco
PASCO
Alemán
Cubano amarillo
Granada
JUNÍN
Confite Puntiagudo
Cubano dentado amarillo
Cuzco
Chimlos
Granada
Paro
San Gerónimo
San Gerónimo Huancavelicano
ÁNCASH
Ajaleado
Ancashino
Chancayano amarillo
Chancayano pintado
Granada
Huayleño
Pardo
Perla
Rienda
Sarco
Shajatu
MADRE DE DIOS
Enano
LIMA
Chancayano amarillo
Chancayano pintado
Morado canteño
Pardo
Perla
Rienda
CUSCO
Cuzco Cristalino Amarillo
Cuzco Gigante
Chuncho
Chullpi
Piscorunto
Piricinco
Regionado por San Marcos Huánuco, Lonlín y Ucayali
28 cm.
Cantidad de razas por zonas
Sin registro
De 1 a 3 razas
De 4 a 6 razas
De 7 a 10 razas
De 11 a 13 razas
De 14 a 17 razas
HUANCAVELICA
Confite Puntiagudo
Cuzco
Huancavelicano
Paro
San Gerónimo Huancavelicano
PUNO
Confite Puneño
Uchuquilla
ICA
Chaparreño
MOQUEGUA
Confite Puneño
Chaparreño
AYACUCHO
Confite Morocho
Confite Puntiagudo
Cuzco
Chullpi
Kculli
Morocho
Paro
Piscorunto
San Gerónimo Huancavelicano
Maíces presentes en mayor número de regiones
22
19
18
16
16
Número de regiones
RAZAS DE MAÍZ
Cuzco
Confite puntiagudo
Huancavelicano
Morocho
Paro
APURÍMAC
Confite Puntiagudo
Chullpi
Chuncho
Kculli
Morocho
Paro
Piscorunto
San Gerónimo Huancavelicano
TACNA
Confite Puneño
Coruca
AREQUIPA
Arequipeño
Coruca
Cristalino Amarillo
Cuzco
Chaparreño
Kculli
Confite puntiagudo
Regionado en Junín, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac y Cusco
8 cm.
La comparación apropiada, la más fiel a la forma real
El más grande y el más chico
Fuente: Este mapa muestra la distribución y concentración de las razas de maíz en el Perú. Ha sido elaborado por el Ministerio del Ambiente en base a la información proporcionada por el Programa Cooperativo de Investigación en Maíz de la Universidad Nacional Agraria La Molina con un especial agradecimiento al Dr Ricardo Sevilla Panizo. Esta información incluye colectas de maíz realizadas desde 1952 a 1989, en las 24 regiones o departamentos y 118 provincias.
PERÚ BIO DIVERSO

http://www.agroforum.pe/cultivos-industriales/razas-de-maiz-peru-5140/

Tomando como fuente, el noticiero Radio Programas de Perú, se publicó en la página Web:

> "Esta es una discusión en el tema *Razas de Maíz en el Perú* dentro del foro **Cultivos Industriales**, parte de la categoría Todo sobre Agricultura; INFOGRAFIA.jpg El Perú es el país con mayor diversidad de maíz del mundo. Maíz peruano tiene gran variedad de formas, colores, tamaños y texturas de sus granos. Nuestro país posee alrededor de 50 razas de maíces"… "Además, el alto porcentaje de razas nativas que se están comercializando a precios que hacen rentable el cultivo está asegurando su mantenimiento in-situ".

El autor advierte que:

> "La única raza que no figura en el mapa es el maíz Rabo de Zorro, debido a que se ha identificado que esta es más bien una malformación de la mazorca debido a la costumbre de seleccionar para semilla las mazorcas más grandes, lo que produce mazorcas flexibles en la descendencia. Para la realización de este estudio se ha incluido colectas de maíz realizadas desde 1952 a 1989, en 24 departamentos y 118 provincias"[5].

b. La papa

En el mundo existen 5000 variedades de papa, de las cuales 3000 son netamente peruanos[6].

Entre las más importantes podemos destacar:

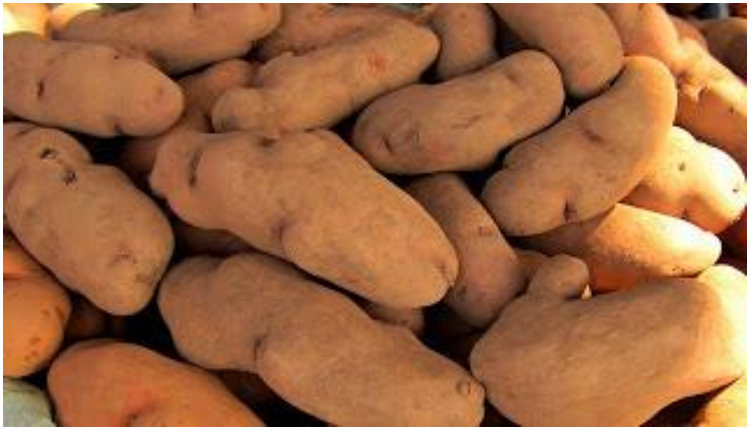
[5] *Agroforum.* (27 de noviembre de 2016). *http://www.agroforum.pe/cultivos-industriales/razas-de-maiz-peru-5140/.* Obtenido de http://www.agroforum.pe/cultivos-industriales/razas-de-maiz-peru-5140/.

[6] *Producctosperuanos.* (25 de mayo de 2012). *http://blogs.deperu.com/productos-peruanos/variedades-de-papa-en-el-peru/.* Obtenido de http://blogs.deperu.com/productos-peruanos/variedades-de-papa-en-el-peru/.

Papa Canchan

Papa Amarilla

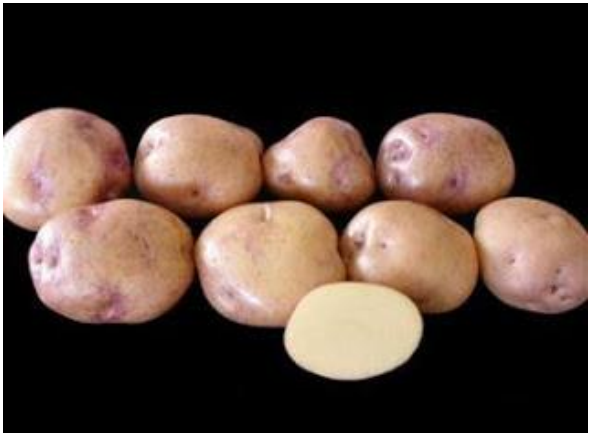
Papa Wayn



Papa Wamantanqa

Papa negra

Papa Tarmeña



Papa Blanca

6. Conclusión

La alta agricultura exige también alta organización política, jurídica y social. Esto es, el Estado tiene estar bien organizado, como para buscar en primer lugar el bien común, ser justa, donde el pueblo debe sentirse parte del Estado, como para que en un medio en que no existió el dinero se alcanzase un desarrollo que, en primer lugar satisficiese, el bien-estar, la alimentación, la seguridad y el trabajo. Entre otros requisitos es necesario la existencia de una ética, aunque todavía pre-filosófica, (Sobrevilla, 2014) sustentada en lo que luego se denominará el principio de colectivismo; una moral de la mutua ayuda entre los miembros familiares y cercanos (*ayllu*) y luego de todo el pueblo, y de estos para con el Estado. También debemos resaltar, su concepción del mundo, entre ellos del trabajo, tomado esta actividad como un acto de realización y no una actividad dolorosa ni de castigo.

La agricultura exigió la construcción de acueductos y pozos de agua en todo lo largo y ancha del territorio, lo cual desarrolló el espíritu de cuerpo de las familias, porque no sólo laboran los jóvenes y adultos varones sino las damas en la preparación de alimentos y refrigerios. El trabajo de los niños y adolescentes (*pureq*) consistía principalmente en el cuidado permanente de los acueductos por

donde discurre el agua, pues esta puede desbordarse accidentalmente con piedras u otros elementos que caen dentro del acueducto, así como con el paso de los animales. El agua "valía oro", podríamos decir, al considerar la construcción de acueductos que bajan desde la propia cordillera o de las lagunas formadas por los deshielo, hasta los campos de cultivo y muy cerca de las viviendas.

Los nombres atribuidos a los incas precisamente expresar su capacidad organizativa y de mando. Así tenemos que *Qhapaq*, significa: riqueza, poder, autoridad, poder de mando, poder de organización; por ejemplo: *Manqo Qhapaq, Mayta Qhapaq, Qhapaq yupanki, Wayna Qhapaq*.

Por otro lado, una familia debía tener muchos hijos, familiares y allegados, esta familia era considerada como rica, contrariamente el tener pocos hijos, familiares o allegados, significaba pobreza. La agricultura no mecaniza requiere para el trabajo de muchos hijos.

Jurisdicción ambiental en Argentina. Algunas consideraciones

Celina A. Lértora Mendoza

Introducción

Desde que la cuestión ambiental tomó nivel constitucional en Argentina (art. 4º de la Constitución de 1994) la legislación sobre el tema creció exponencialmente, destacándose sobre todo la Ley General del Ambiente (N. 25.675) pero también (antes y después) un conjunto de leyes más específicas (por ejemplo defensa de bosques nativos[1], manejo del fuego[2], residuos peligrosos[3], libre acceso a la

[1] Ley N. 26.331, del 28/11/2007, cuyo art. 1° dice: "La presente ley establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los bosques nativos, y de los servicios ambientales que éstos brindan a la sociedad. Asimismo, establece un régimen de fomento y criterios para la distribución de fondos por los servicios ambientales que brindan los bisques nativos".

[2] Ley N. 26.815 del 28/11/2012, cuyo art. 1° dice: "Objeto. La presente ley establece los presupuestos mínimos de protección ambiental en materia de incendios forestales y rurales en el ámbito del territorio nacional", y el art. 2°: "Ámbito de Aplicación. La presente ley se aplica a las acciones y operaciones de prevención, presupresión y combate de incendios forestales y rurales que quemen vegetación viva o muerta, en bosques nativos e implantados, áreas naturales protegidas, zonas agrícolas, praderas, pastizales, matorrales y humedales y en áreas donde las estructuras edilicias se entremezclan con la vegetación fuera del ambiente estrictamente urbano o estructural. Asimismo alcanza a fuegos planificados, que se dejan arder bajo condiciones ambientales previamente establecidas, y para el logro de objetivos de manejo de una unidad territorial".

[3] Ley N. 24.051 del 17/12/1991, cuyo art. 1° dice: "La generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos quedarán sujetos a las disposiciones de la presente ley, cuando se tratare de residuos generados o ubicados en lugares sometidos a jurisdicción nacional o, aunque ubicados en territorio de una provincia estuvieren destinados al transporte fuera de ella, o cuando, a criterio de la autoridad de aplicación, dichos residuos pudieren afectar a las personas o el ambiente más allá de la frontera de la provincia en que se hubiesen generado, o cuando las medidas higiénicas o de seguridad que a su respecto fuere conveniente disponer, tuvieren una repercusión económica sensible tal, que tornare aconsejable uniformarlas en todo el territorio de la Nación, a fin de garantizar la efectiva competencia de las empresas que debieran soportar la carga de dichas medidas".

información pública ambiental[4], etc.). Aun cuando estas normativas se establecen –lo que es correcto– como presupuestos mínimos[5] de control del área[6] sin que se haya avanzado mucho más a nivel reglamentario, en general podría decirse que la legislación, así como las normativas de menor jerarquía producidas por el PE, resultan bastante satisfactorias. En cambio la aplicación de estas normativas a nivel judicial no lo ha sido, por diferentes causas, la principal de las cuales es la falta de una jurisdicción específica y a cargo de jueces, fiscales y abogados especializados en derecho ambiental.

En esta ponencia se presenta el tema, en forma preliminar, en dos partes. En la primera, se analiza brevemente la cuestión de la competencia jurisdiccional tal como ha sido establecida luego de 1994. En la segunda se pasa revista a la situación del proyecto de creación de una jurisdicción ambiental nacional (tarea que lleva a

[4] Cf. ley N. 25.831 del 23/11/2003, cuyo art. 1º dice: "Objeto. La presente ley establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para garantizar el derecho de acceso a la información ambiental que se encontrare en poder del Estado, tanto en el ámbito nacional como provincial, municipal y de la Ciudad de Buenos Aires, como así también de entes autárquicos y empresas prestadoras de servicios públicos, sean públicas, privadas o mixtas". El art. 2º define el objeto: "Se entiende por información ambiental toda aquella información en cualquier forma de expresión o soporte relacionada con el ambiente, los recursos naturales o culturales y el desarrollo sustentable. En particular: a) El estado del ambiente o alguno de sus componentes naturales o culturales, incluidas sus interacciones recíprocas, así como las actividades y obras que los afecten o puedan afectarlos significativamente; b) Las políticas, planes, programas y acciones referidas a la gestión del ambiente".

[5] Cf. ley N. 25.675, se establecen los Presupuestos Mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Se entiende por presupuesto mínimo, establecido en el artículo 41 de la Constitución Nacional, a toda norma que concede una tutela ambiental uniforme o común para todo el territorio nacional, y tiene por objeto imponer condiciones necesarias para asegurar la protección ambiental. En su contenido, debe prever las condiciones necesarias para garantizar la dinámica de los sistemas ecológicos, mantener su capacidad de carga y, en general, asegurar la preservación ambiental y el desarrollo sustentable.

[6] Silvia Nonna, José María Dentone y Natalia Waitzman distinguen varias etapas en la formación de normas ambientales en Argentina, de las cuales ésta es la última: 1. Regulación estática de los recursos naturales; 2 Tratamiento dinámico del ambiente. Etapa subdivida en Aprobación de Tratados Ambientales Internacionales, y Normativa Provincial), 3. Reforma de la Constitución Nacional y 4 Elaboración de Normas de Presupuestos Mínimos (Cf. Ambiente y residuos peligrosos, Bs. As. Ed. Estudio, 2011, Cap. 1).

cabo el Comité de Promoción de Tribunales Ambientales en Argentina) a partir de algunos antecedentes internacionales y locales.

1. Jurisdicción ambiental argentina

Las cuestiones ambientales en Argentina, no previstas en la Constitución de 1853 y sus sucesivas reformas, habían generado discrepancias entre los estudiosos, acerca de la competencia, que algunos consideraban poder provincial no delegado y otros, poder concurrente. La Constitución de 1994 establece en su art. 41 que corresponde a la nación legislar sobre los presupuestos mínimos (como son las leyes mencionadas anteriormente) sin alterar las jurisdicciones locales. Tal como está actualmente la situación[7], las normativas ambientales, y en particular la ley 25.675 como marco general, es aplicada conforme a las jurisdicciones que en cada caso correspondan según el juicio iniciado[8].

Si el juicio implica a dos provincias como tales, la competencia originaria corresponde a la Corte Suprema Nacional. Si el juicio implica a provincias, municipalidades o entes estatales autónomos, es competente la justicia federal según la jurisdicción que corresponda (por ejemplo, por el lugar del hecho, o por el asiento del asunto, si es de puro derecho, etc.). Si el juicio implica solo a particulares, son competentes la justicia nacional (con asiento en C.A.B.A.) o provincial, según donde radique el pleito. Varios fallos de la Corte Suprema ratifica este criterio en reiteradas oportunidades[9]. Desde luego el más conocido y

[7] Véase en este mismo volumen el trabajo de Maximiliano Macaluse.

[8] Por otra parte, conforme a la citada Ley del Ambiente, todo lo relativo al medio ambiente, que deba ser tratado en el territorio nacional, debe ser estudiado y resuelto por el conjunto de la sociedad y por eso dispone que el ordenamiento ambiental desarrollará la estructura de funcionamiento global del territorio de la Nación que se genera mediante la coordinación interjurisdiccional entre los municipios y las provincias, y de éstas y la ciudad de Buenos Aires con la Nación, a través del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA); el mismo deberá considerar la concertación de intereses de los distintos sectores de la sociedad entre sí, y de éstos con la administración pública. Es decir, la ley supone una acción inter-jurisdiccional aun cuando no exista una jurisdicción judicial ambiental específica.

[9] V. Robero G. Loutayf Ranea y Ernesto Solá, "Competencia en materia ambiental: recientes pronunciamientos de la Corte Suprema de Justicia de la Nación y de otros tribunales", *La ley*. Suplemento Doctrina Judicial Procesal, 2012, 1, mayo. Se citan y analizan varios fallos, especialmente referidos a daño ambiental por contaminaciones de derrames, siendo los más importantes: S.C.J.N. "Benzrihen, Carlos Jorge y otro c/ Industrias Magromer Cueros y

complicado por el cruce interjurisdiccional es el de la contaminación y el saneamiento de la cuentas Matanza-Riachuelo, que ha sido objeto de numerosos estudios y comentarios[10]. Por otra parte, debe tenerse en cuenta que ha predominado un criterio restrictivo en la apertura de la competencia federal en razón de la materia, en tanto los hechos no encuadren taxativamente dentro de los supuestos previstos por los Anexos I y II de la Ley 24.051, y la Corte ha interpretado que para la configuración de ilícito es necesaria la existencia de alguno de los desechos indicados en el Anexo I, o que posean algunas de las características indicadas en el Anexo II, como condición de apertura de la competencia federal, ya que en caso contrario la causa corresponde a la justicia ordinaria[11].

Por otra parte, en cada caso se sigue el código de procedimiento respectivo. En Argentina, aunque los códigos y las leyes de fondo son nacionales, las normas de procedimiento judicial son provinciales.

Como es claro, todo esto implica una gran diversidad de los fueros y también, en consecuencia, de los antecedentes jurisprudenciales. Es habitual que una sala de la Cámara Civil Nacional, por ejemplo, sigue jurisprudencia de otras salas de ella misma, y no de otros fueros, salvo de la Corte, si el caso tiene antecedentes similares; y si hay un fallo plenario, esta doctrina es obligatoria. Por otra parte, un juicio por un hecho dañoso puede ser encarado desde la ley ambiental o desde normas de otro tipo, por ejemplo civiles, comerciales o administrativas. Es cierto que desde la aplicación del nuevo Código Civil y Comercial esta materia está mejor ordenada, pero no del todo. Una rápida consulta de jurisprudencia (entre los años 2000 y 2016) me ha demostrado que muchos temas que en sí son ambientales (contaminaciones producidas en ámbitos privados y con partes que son privadas)

Pieles S.A. s/ daños y perjuicios", Fallos 333:1808.; id. 28-05-2008 "Altube, Fernanda Beatriz y otros c/ Provincia de Buenos Aires y otros s/ amparo", Fallos 331:1312.; id. 08-04-2008, "Asociación Argentina de Abogados Ambientalistas c/ Buenos Aires, Provincia de y otros s/ acción de recomposición y saneamiento del Río Reconquista s/ cautelar", Fallos 331:699; id. 17-05-2011, "Rivarola, Martín Ramón c/ Rutilex Hidrocarburos Argentinos S.A. s/ cese y recomposición de daño ambiental", Fallos 334:476; id. 04-07-06, "Asociación civil para la defensa y promoción del cuidado del medio ambiente y calidad de vida c/ Provincia de San Luis y otros", Fallos 329: 2469.

[10] Por ejemplo Alberto Bianchi, "Análisis de la jurisprudencia de la Corte Suprema período diciembre 2007 –diciembre 2010", *La ley*. Suplemento Especial, febrero 2011.

[11] CSJN, causa "Forbat SRL c/ SENASA", del 10/05/1994. Contienda de la competencia entre el Juzgado Criminal y Correccional Nº 10 de San Isidro y Juzgado Federal San Isidro.

van a los juzgados nacionales y que ellos prefieren aplicar el Código Civil y no la ley ambiental (caso de olores o ruidos molestos, por ejemplo)[12].

Otra cuestión es si la jurisdicción administrativa federal podría aplicarse a toda cuestión ambiental, por tratarse de un interés público. Mariano Walls[13] opina que no basta el Derecho Administrativo. Hay bastante legislación –dice-, es suficiente, pero no se aplica bien; hay normas administrativas también bastante buenas, pero falta mucho. En materia ambiental **no hay acceso a la justicia**, y hay que ocuparse de eso prioritariamente. Hay escasa aplicación –concluye– porque el sistema está lleno de intereses contradictorios[14]. Por eso esta legislación debe ser aplicada no con jueces comunes sino especiales.

[12] Se relevó la Jurisprudencia de Segunda Instancia que consta en la Base de Datos del Poder Judicial (página oficial www.pjn.gov.ar) del 1 de enero de 200 a 30 de junio de 2016 por los siguientes descriptores de búsqueda: contaminación (ambiental) - contaminación sonora o acústica - contaminación visual - contaminación atmosférica (no se registran resultados para este descriptor, sólo podrían hallarse como "olores molestos") - daño ambiental - peligro o riesgo ambiental. De los 36 fallos relevados, 14 corresponde a la Cámara Nacional de Apelaciones en lo Civil, que aplica mayoritaria o preferentemente el Código Civil y por tanto considera un hecho que en derecho ambiental sería "contaminación sonora" como "ruido molesto" aun en el caso en que use aquellas palabras (y por eso la base responde al descriptor).

[13] Reunión pública organizada por el Instituto de Derecho Ambiental del Colegio Público de Abogados de la Ciudad de Buenos Aires, realizada en la sede del Colegio el 19 de abril de 2016.

[14] Un estudio bastante completo sobre la cuestión de la diversidad de intereses en juego en el plexo de las instituciones ambientales, en Marta Susana Julia (Coord.), *La institucionalidad ambiental actual en Argentina (2009-2014)*, Grupo de Investigación Ambiental CLIS-ISEA, 2014. Córdoba, Narvaja Editor, 2015. V. especialmente el Capítulo V, "Análisis de datos relevados" (pp. 131-138) de Natalia Conforti; de acuerdo a este análisis, resulta que el 83% de las provincias tienen un marco legal ambiental o legislación ambiental propio (el 17% restante no lo tiene), pero el 80% de los que tienen legislación propia no recepta o no complementa la legislación nacional (la ley ambiental marco) y sólo el 20% lo hace; en lo relativo a la actualización normativa (dentro del período indicado de la investigación), el 65% se mantiene sin modificación, el 30% actualiza y sólo el 5% complementa. Su conclusión es obvia y terminante: "Se evidencia que la mayor parte de las jurisdicciones no ha logrado llegar a un nivel óptimo de protección ambiental, además de no receptar la Ley Nacional de presupuestos mínimos 25.675" (p. 133).

Esta posición es discutida. En Estados Unidos no quieren un fuero ambiental, como tienen Australia o Chile, sino que lo ambiental sea transversal. Walls opina que un fuero ambiental es mejor, al menos para nosotros. Pero de todos modos todo el Derecho tendrá que ser ambiental, tendrá que tener en cuenta el ambiente. Al respecto considera que puede darse un proceso semejante al del Derecho Laboral: se pudo crear el fuero porque había legislación suficiente y un cuerpo de juristas especializados. Como en ese caso, hay que evitar los choques entre el derecho viejo y el Derecho Ambiental, que tiene principios bastante diferentes

En otros términos, que la finalidad de las normativas ambientales encuentra un escollo real en la aplicación práctica a causa de problemas derivados de la estructura de la jurisdicción ambiental, que es errática.

Por eso es que desde hace años se insiste en la necesidad de crear una jurisdicción específicamente ambiental.

2. Proyectos de creación de una jurisdicción ambiental específica

El problema no es exclusivo de Argentina. Se ha planteado en otros países y también a nivel internacional.

A nivel internacional

Hubo varios pasos internacionales importantes. En 1972, la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), realizada en Estocolmo, Suecia, provocó el nacimiento de una nueva rama del derecho, el Derecho Ambiental Internacional, que está compuesto por el conjunto de normas jurídicas tendientes a disciplinar las conductas en orden al uso racional de los recursos naturales y a la conservación del Ambiente y a la prevención de daños al mismo, a fin de lograr el mantenimiento del equilibrio natural. Ese conjunto de normas emana de Declaraciones, Tratados, Convenciones y/o Protocolos Internacionales.

Entre los nuevos desafíos que se plantean a la humanidad a fines del siglo XX, el problema constituye el que más desorienta a los Estados nacionales puesto que se ha convertido en la primera amenaza no militar a la seguridad global del mundo. Esta situación, que se conoce como “seguridad ecológica”, ha sido incorporada al *Informe Brundtland* publicado en 1987 por la Comisión Mundial de Medio

Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, es descripto como el fenómeno que, por sí sólo, puede crear grandes problemas internacionales compartidos por todos los Estados, sin distinción, y de allí surge la responsabilidad internacional, uno de cuyos ejes es la justicia ambiental. Dentro de esta perspectiva, el ensayo de una Corte Internacional para el Medio Ambiente o la constitución de Tribunales Internacionales Ambientales, asumiendo la responsabilidad que le cabe a Naciones Unidas en orden a la protección global de los recursos naturales y humanos y dentro de su estructura jurídico institucional, ofrece posibilidades en la búsqueda de las soluciones globales para los problemas de prevención y sanción del delito ambiental internacional.

Uno de los proyectos es ampliar la competencia de la Corte Internacional de Justicia de la Haya, modificando su estructura y otorgándole mayor efecto vinculante. A partir de 1993, la Corte posee una Sala Especial para asuntos ambientales.

El proyecto de un Tribunal Internacional Supranacional del Ambiente fue objeto de reuniones de alcance internacional. En Roma, entre el 21 y el 24 de Abril de 1989, bajo el patrocinio de la Suprema Corte de Casación Italiana, se llevó a cabo una reunión internacional para tratar el tema. El 18 de Setiembre de 1990, también en Roma, se constituyó un Comité Central Promotor para difundir la idea del Tribunal Internacional del Ambiente. En Florencia, Italia, entre el 10 y 12 de Mayo de 1991, se realizó un Seminario Científico Internacional para tratar el tema y quedó formalmente constituida la Fundación para la Corte Internacional del Medio Ambiente (ICEF), registrada oficialmente como Organización No Gubernamental, en Roma, el 22 de Mayo de 1992 y cuyo presidente es el Juez de la Corte de Casación Italiana, Dr. Amadeo Postiglioni.

La necesidad de constituir una Corte Internacional de Justicia para el Ambiente, ha sido iniciativa del Dr. Amedeo Postiglioni y presentada para su discusión en un seminario realizado en Río de Janeiro, Brasil, en el “Forum Global 92”, en el marco de la Conferencia Paralela con motivo de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, de Junio de 1992. Esta iniciativa registrada en la publicación “The Global Village Without Regulations. Ethical, Economical, Social and Legal motivations for an International Court of the Environment”. En realidad consistía en un tribunal voluntario y moral para dar opiniones y hacer arbitrajes. Tuvo una recepción favorable en más de 30 países de todo el mundo, especialmente Europa y América, entre ellos Argentina. La dos últimas reuniones de alcance

internacional realizada por la Fundación ICEF, también auspiciadas por ONU, se realizaron en Venecia, Italia, entre el 3 y el 5 de Junio de 1994 y en Paestum, Italia, en Junio de 1997. Con resultados algo más alentadores por el grado de participación, no obstante sólo se lograron producir Documentos Finales que en parte reiteran los anteriores, invitando a los gobiernos de los países de la Organización a adherirse a la iniciativa, pero sin conseguir compromisos efectivos por parte de los Estados.

En noviembre de 1994, un grupo de 28 juristas y expertos en protección ambiental de 22 países, se reunieron en México D.F. y crearon la Corte Internacional de Arbitraje y Conciliación Ambiental (CIACA). La Corte responde al concepto de Arbitraje Institucionalizado, significando que ante un conflicto de carácter internacional éste puede ser sometido voluntariamente a esta Corte, la cual posee una lista de Árbitros y Conciliadores quienes están llamados a decidir en el caso concreto planteado. La Corte posee un Estatuto de 19 artículos, dividido en cuatro capítulos y un apartado con cláusulas finales. Posee una Secretaria General que dispone de esa Lista de Árbitros y Conciliadores. Esta lista está formada por individuos elegidos libre y voluntariamente de entre una lista de notables personalidades versadas en Derecho, que gozan de una alta consideración moral y que poseen especialización en materia de protección jurídica ambiental y que representen a los diversos sistemas jurídicos del mundo, así como a las ramas más importantes del Derecho Ambiental. Esta Corte, posibilita dirimir las controversias internacionales que puedan suscitarse por la violación de convenios internacionales ambientales como, asimismo, normas ambientales de carácter supranacional. Su jurisdicción es voluntaria y la competencia está dada por la materia ambiental a escala mundial. Sus órganos son: la Corte, la Comisión de Conciliación y la Secretaría. Sus funciones son la conciliación, el arbitraje y las opiniones consultivas. En noviembre de 1994, un grupo de 28 juristas y expertos en protección ambiental de 22 países, se reunieron en México D.F. y crearon la Corte Internacional de Arbitraje y Conciliación Ambiental (CIACA). La Corte responde al concepto de Arbitraje Institucionalizado, significando que ante un conflicto de carácter internacional éste puede ser sometido voluntariamente a esta Corte, la cual posee una lista de Árbitros y Conciliadores quienes están llamados a decidir en el caso concreto planteado. La Corte posee un Estatuto de 19 artículos, dividido en cuatro capítulos y un apartado con cláusulas finales. Posee una Secretaria General que dispone de esa Lista de Árbitros y Conciliadores. Esta lista está formada por individuos elegidos libre y voluntariamente de entre una lista de notables personalidades versadas en Derecho, que gozan de una alta consideración moral y

que poseen especialización en materia de protección jurídica ambiental y que representen a los diversos sistemas jurídicos del mundo, así como a las ramas más importantes del Derecho Ambiental. Esta Corte, posibilita dirimir las controversias internacionales que puedan suscitarse por la violación de convenios internacionales ambientales como, asimismo, normas ambientales de carácter supranacional. Su jurisdicción es voluntaria y la competencia está dada por la materia ambiental a escala mundial. Sus órganos son: la Corte, la Comisión de Conciliación y la Secretaría. Sus funciones son la conciliación, el arbitraje y las opiniones consultivas. Pese a los esfuerzos de sus fundadores, no se halla en funcionamiento porque se enfrenta con criterios diferentes y contrapuestos de aceptabilidad general.

Según el Dr. Eduardo Pigretti[15] hay que pensar un diseño definitivo de un tribunal obligatorio, sobre la base de las tendencias actuales de responsabilidad de los estados por las acciones de los particulares bajo su jurisdicción, en cuanto a actividades peligrosas, como por ejemplo las petroleras; hay sobre esto un Libro Blanco de la Comisión Europea de la UE. Esta idea de un tribunal obligatorio no tuvo buena acogida entre quienes hacen actividades nocivas beneficiándose, y que tienen influencias políticas[16].

Opina el Dr. Pigretti que algunos países han avanzado más rápidamente en los últimos años. En Chile se crearon los tribunales ambientales, con tres jurisdicciones repartidas en el país de norte a sur; cada tribunal tiene 3 jueces, 2 abogados y un especialista en ciencias ambientales. Por una acción ante uno de estos tribunales se frenó un proyecto binacional que abarcaba -y perjudicaba- ambos lados de la cordillera. Concluye que es insólito el poco interés que en Argentina se le da al ambiente.

Como observa Mariano Aguilar[17], en Europa y Estados Unidos han avanzado con el ambiente y no en contra. No se trata de bloquear actividades que impliquen modernización (se habla en este sentido peyorativamente de “los verdes” como retrógrados) sino de hacer las cosas bien y que no causen perjuicios ambientales.

[15] Reunión pública del 19 de abril de 2016, cit.
[16] La importancia de un Tribunal Internacional a partir de la experiencia del creciente interés de la Corte de Justicia de La Haya ha sido señalada por Rafael Clemente Oliveira do Prado, “La ecologización de la Corte Internacional de Justicia”, *Anuario Mexicano de Derecho Internacional*, 11, 2011: 45-76.
[17] Reunión pública del 19 de abril de 2016, cit.

En Paraguay la Acordada de la Corte Suprema N. 802/2013, creó la Dirección de Derecho Ambiental en su ámbito. Consta de un Director, dos Técnicos Administrativos y dos Asistentes Administrativos Entre sus funciones se cuenta la de capacitar y entrenar a funcionarios judiciales y administrativos y Miembros Auxiliares de la Corte Suprema en temas de Derecho Ambiental (art. 2).

A nivel nacional

En Argentina la cuestión ambiental tiene una historia considerable, aunque no bajo ese nombre. Walls recuerda que los problemas del daño ecológico entre nosotros son tan antiguos como nuestros comienzos: hay un bando de Garay de 1582 que prohibió cortar los árboles del Riachuelo.

En el siglo XIX la antigua Escuela de Ingeniería Sanitaria se ocupó del Ambiente. Desde 1870 hay sistemáticamente trabajos que presentan proyectos de remediación para desastres ambientales recurrentes, sobre todo inundaciones[18]. Los gobiernos han tomado diversas medidas de remediación, pero sin un marco legal completo y específico, lo que recién está sucediendo en los últimos quince años. Y los problemas judiciales que eventualmente suscitaron, no tuvieron -como ya se dijo- un eje consensuado de tratamiento.

Héctor Bibiloni[19], refiriéndose concretamente a los intentos específicamente jurisdiccionales, observa que pueden citarse algunos antecedentes bastante antiguos. En la época del gobernador Ruckauf en la Provincia de Buenos Aires, se pidió un amparo ambiental para impedir la venta de 1600 hectáreas del Parque Pereyra Iraola en Punta Lara. Fue un gran triunfo que se logró por la insistencia sobre los

[18] Cf. mis trabajos"Proyectos ambientales en la Argentina del Novecientos. Primera parte: 1870-1900", *Geografía e Historia Natural: hacia una historia comparada. Estudio a través de Argentina, México, Costa Rica y Paraguay, 2008-II*, Bs., As. ED: FEPAI, 2009: 239-281; "Ambientalismo urbano en el novecientos porteño", *Milenio y Memoria III. Congreso Internacional Europa-América. Museos, Archivos y Bibliotecas para la historia de la ciencia*, Bs. As., Ed. FEPAI, 2010, CDROM. Simposio Geonaturalia y en Celina A. Lértora Mendoza (Coord.) *Geografía e Historia Natural: hacia una historia comparada. Estudio a través de Argentina, México, Costa Rica y Paraguay*, IV, 2010, Bs. As. 2011: 327-353; "Proyectos ambientales en la Argentina del Novecientos. Segunda parte: 1900-1915", *Geografía e Historia Natural: hacia una historia comparada. Estudio a través de Argentina, México, Costa Rica y Paraguay, III-2009*, Bs., As. Ed. FEPAI-IPGH 2010: 235-262.
[19] Reunión pública del 19 de abril de 2016, cit.

funcionarios judiciales. De allí concluye este jurista en la necesidad de hacer **docencia** con los jueces, que no se capacitan, ni van a conferencias ni encuentros de este tipo, para escuchar e informarse; sólo van –acota irónicamente- si ellos hablan. Para integrar los tribunales ambientales es necesario que haya jueces con vocación de capacitarse. Pero al mismo tiempo opina, un poco desalentadoramente, que no va a ser fácil encontrar jueces aptos.

Recientemente se logró que entre un expediente Amicus Curiae en un expediente administrativo de la Provincia de Buenos Aires. Pero no deja de ser un caso excepcional.

También se necesitan fiscales ambientales, pero ¿cómo van a actuar? En el caso de los fiscales penales comunes, la investigación se deriva a la policía, pero éste no es el caso. Entonces hay que ver cómo se investigan los delitos ambientales. No hay muchas figuras penales generales (unas 100), de modo que hay pocas figuras penales ambientales; pero lo peor es que no hay protocolos de investigación, un manual o un instructivo para investigar delitos ambientales.

En cuanto al Poder Judicial, pareciera encaminarse a la comprensión de la importancia del tema.

Según Luis Cavalli[20] es importante en este asunto considerar el factor tiempo, es decir, si es o no el momento de crear un fuero ambiental. Los derechos ambientales son derechos de tercera generación a nivel constitucional. Los de primera generación son los políticos, consagrado en la Constitución de 1853; los de segunda generación son los sociales, de la Constitución de 1949 recogidos en el 14 bis de la Reforma de 1956 y los derechos de tercera generación son los comunitarios, entre los cuales están los ambientales (junto con los derechos de minorías, comunidades originarias, etc.) recogidos en la constitución de 1994, art. 41.

Desde el punto de vista sistemático, según el nuevo Código Civil y Comercial, el Derecho Ambiental es un microsistema jurídico autosuficiente, es decir, no está contenido ni en el Derecho Civil ni en el Derecho Administrativo. Esta autonomía jurídica justifica, en este momento, la creación de un fuero ambiental.

[20] Reunión pública del 19 de abril de 2016, cit.

A continuación mencionaré dos proyectos, de la Universidad de Belgrano, redactado por Maximiano Aguilar (que lo expone por extenso en este mismo libro) y de Mariano Aguilar.

La Universidad de Belgrano (asumiendo el proyecto de Maximiliano Macaluse), propone crear, en el ámbito de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, la Cámara de Apelaciones en lo Contencioso, Administrativo, Tributario y Ambiental, integrada por doce jueces y juezas divididos en 4 salas (de tres jueces) de las cuales una tendrá competencia exclusiva en materia ambiental, y el Juzgado en Primera Instancia en lo Contencioso, Administrativo, Tributario y Ambiental, integrado por 24 juzgados, que conocerán hechos fundados en casos relativos al deterioro ambiental; denuncias por daño temido de peligro ambiental; dictado de medidas cautelares urgentes y provisorias para evitar daños ambientales; acciones de recomposición del ambiente; cuestiones urbano ambientales; protección del patrimonio cultural; amparos referidos a cuestiones ambientales.

El afectado, el Defensor del Pueblo y/o asociaciones medioambientales podrán acudir a los tribunales ejercitando: a) acción de protección, a los fines de la prevención de los efectos degradantes que pudieran producirse; b) acción de reparación, tendiente a restaurar o recomponer el ambiente y/o los recursos naturales de la Ciudad, que hubieren sufrido daños como consecuencia de la intervención del hombre.

Se propone crear un Cuerpo Interdisciplinario de Expertos con especialización en ciencias ambientales, compuesto por 12 abogados con experiencia en derecho ambiental y 12 especialistas en ciencias ambientales. Tendrán como función la asistencia técnica y profesional de los Juzgados en lo Contencioso, Administrativo, Tributario y Ambiental para la elaboración de informes y dictámenes. Estos expertos serán asignados mediante sorteo.

Se plantea también la creación de un cargo de secretario/a para la Sala Única de la Cámara de Apelaciones en lo ambiental.

La propuesta impulsa a los jueces a realizar todo aquello que compete a lo establecido en el artículo 32 y siguientes de la Ley General del Ambiente N. 25.675 e intervendrá en las situaciones previstas en el artículo 6 de la Ley N. 3.341 de la C.A.B.A.

Las atribuciones y deberes de los Fiscales Ambientales serán: 1) dictaminar en todas las causas que tramiten ante los juzgados ambientales, 2) velar por el efectivo cumplimiento de las sentencias emitidas, 3) coordinar la acción de prevención, reparación e investigación con distintas dependencias judiciales, administrativas y policiales, 4) accionar judicialmente, de manera preventiva y/o precautoria, en protección del medio ambiente, 5) investigar, previa denuncia o de oficio, y promover acción penal pública ante la probable comisión de delitos que menoscaben el medio ambiente, hechos contra la seguridad pública y la salud pública de repercusión ambiental negativa. Estos fiscales serán asistidos técnica y profesionalmente por un Cuerpo de Investigación Científica, conformado por profesionales universitarios con especialización en ciencias ambientales.

Mariano Aguilar es el jurista que más ha trabajado en la práctica, por generar vías concretas para crear tribunales ambientales en todo el país.

En su presentación del tema[21] observa que la creación de tribunales ambientales se gestiona desde 1992-1993. Ya entonces se veía que es difícil litigar en cuestiones de derecho ambiental. Hay falta de conocimientos por parte de los jueces y esto es un hueco grande y una sombra sobre cualquier intento. Por ejemplo, en la Provincia de Buenos Aires un amparo ambiental se lleva a los jueces de paz, que no están preparados para este tipo de litigios. A nivel superior del sistema jurídico argentino lo primero fue una resolución de la Corte Suprema en 1995. Pero no se avanza en lo importante por las rémoras de cuestiones formales, como las jurisdiccionales y procesales que empantanan y retardan las resoluciones. Por ejemplo, se presentó un amparo por una torre en un autopista entre la ciudad de Buenos Aires y la Provincia, con la prueba de varios casos de cáncer en los vecinos cercanos. El amparo se demoró tres años por una discusión sobre jurisdicción y cuando finalmente esto se resolvió, el juez designado transformo el amparo en un juicio ordinario cambiando la carátula. También está el peligro de llevar mal -incluso a propósito- una demanda ambiental para que el factor nocivo obtenga una sentencia favorable y pueda en el futuro oponer la cosa juzgada[22].

[21] En la reunión pública del 19 de abril de 2016 cit.

[22] En esa reunión un abogado del público informó un caso similar: se pidió sacar una torre habiendo ya un caso de muerte cancerosa por esa causa, el litigio lleva 10 años y no se pudo avanzar en el retiro efectivo de la torre

Aguilar presentó en 2015 un proyecto de tribunales ambientales y ahora lo presenta nuevamente, mejorado. El gobierno anterior -opina-, más allá de lo político y atendiendo sólo a lo técnico, significó un gran retroceso. En la Provincia de Jujuy se implementaron los tribunales ambientales a los pocos días de asumir el nuevo gobierno a fines de 2015. Lamentablemente a nivel nacional el Ministerio no se interesa; hay normas suficientes pero hay intereses en contra que obstaculizan su aplicación y también hay falta de conciencia a nivel social, a muchos el tema no les interesa.

Desde el punto de vista normativo hay conflicto porque la ley nacional se suma a otras leyes provinciales y a normativas locales, que a veces entran en contradicción. Se pierde mucho tiempo en discutir sobre la jurisdicción, al norma aplicable y mientras tanto el daño que se quiere impedir se sigue produciendo.

Según Aguilar, los últimos 12 años fueron de retroceso ambiental, pero tampoco el Ministro Bergman apoya esta iniciativa, sino que la apoya la Diputada Margarita Stolbitzer para proponerlo en la Cámara de Diputados. Aguilar decidió que a primera convocatoria se hiciera en el Colegio de Abogados y allí presentó una síntesis justificada de su proyecto.

Aguilar resume las características de su proyecto en los siguientes puntos.

1. Herramientas jurídicas: amparo, acción ordinaria, acción penal, acción administrativa, acción devolutiva (es similar en esto al sistema de Jujuy);

2. La base teórica es el concepto de amparo ambiental federal que surge a partir del art. 41 de la Constitución.

3. Implementación práctica. Se contemplan cinco regiones ecológicas, que son interprovinciales (es decir, interjurisdiccionales, por eso es federal). Se considera que el enfoque ecorregional es el mejor para los tribunales ambientales, si bien hay razones a favor de un enfoque jurisdiccional. Hay que armonizar tratando de que se junten provincias ecológicamente semejantes.

No debe haber demoras por cuestiones formales, jurisdiccionales, etc. Las apelaciones de las sentencias que serán en los amparos -siempre todas con efecto devolutivo- irán como segunda instancia a la Corte Suprema de Justicia de la Nación, por la Secretaria de asuntos ambientales, lo que agilizará aún más la

velocidad de los efectos de las sentencias. Se evita así las discrepancias de los presupuestos mínimos con las leyes locales y los Jueces locales rápidamente.

Las cinco regiones donde se establecerán sendos tribunales ambientales son
1. Región de NOA: Jujuy, Salta, Catamarca, La Rioja y Santiago del Estero
2. Región de Cuyo: Mendoza, San Juan y San Luis
3. Región del NEA: Chaco, Formosa, Misiones y Corrientes
4. Región de La Pampa; Buenos Aires, La Pampa, Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos
5. Región de la Patagonia: Rio Negro, Chubut, Neuquén, Santa Cruz, Tierra del Fuego, Antártida e Islas de Atlántico Sur.

Cada uno de los cinco tribunales estará compuesto por 3 miembros y 5 fiscalías de intervención obligatoria, y sin la cual lo actuado será nulo. Se aplica el principio de que no se puede transigir en cuestiones de derechos colectivos. Cada provincia que no sea centro de un juzgado tendrá un delegado y una fiscalía propia.

Se debe crear por ley un código de procedimiento ambiental que permita todas las técnicas de información y exija la presencia del juez en el lugar. Además todo lo actuado será a efecto devolutivo. Participarán peritos especializados que no tendrán conexión con las partes y que serán pagados por el sistema. Las causas deben tener como característica propia "la velocidad", usando las imágenes por video, las teleconferencias, las grabaciones visuales y auditivas, y toda técnica novedosa que permita el acceso a la información y a la verdad más rápidamente, y la obligación de la visita del juez o los jueces al lugar del hecho. Se debe exigir el reconocimiento personal por parte del Magistrado de la anomalía. Mientras se dicta el código de procedimiento ambiental se usarán los actuales, pero es importante el procedimiento para el amparo ambiental, que tendrá prioridad y rapidez, debiendo resolverse en un máximo de 90 días.

Además será necesario codificar el Derecho Ambiental porque sus normas están dispersas. Se propone la creación de un Código Ambiental Argentino, en el que debe incluirse los delitos ambientales que ahora están en parte en el Código Penal y parte en leyes especiales (como la 20.051 y otras). Propone apoyarse ahora en el nuevo Código Civil y Comercial, que posee mayores precisiones de materia procesal y de fondo para la defensa del ambiente y los derechos colectivos, con más la totalidad de leyes de presupuestos mínimos existentes, algunas de la cuales aún no tienen reglamentación.

En síntesis, se postula la creación de un fuero ambiental porque la justicia debe ser guardiana del ambiente. A este proyecto le falta la articulación para darle forma de ley, lo que se hará en la Cámara de Diputados.

3. Discusión y final

A pesar del entusiasmo de Aguilar y los políticos que lo apoyan, su propuesta ha recibido varias críticas. En especial Dino Bellorio[23] opina que hay un error inicial en el planteo porque no se pueden crear jurisdicciones ambientales según zonas o regiones, que abarquen varias jurisdicciones provinciales, porque ellas son autónomas. Es decir, el proyecto de Aguilar no puede hacerse por ley nacional, y sólo podría lograrse con algún tipo de acuerdo o adhesión; pero esta figura también es dudosa, porque no se puede desconocer el principio constitucional de competencia originaria de la Corte Suprema en litigios que involucren a dos o más provincias.

Otras alternativas más viables, parecieran ser las más modestas, pero de límites precisos, coincidiendo con las jurisdicciones provinciales o de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires[24], que está comenzando a implementar también vías específicas para cuestiones ambientales. Esto sería más viable en cada caso, pero en su conjunto el resultado podría no ser satisfactorio, por diversas razones. En efecto, nada garantiza la homogeneidad interpretativa, de los antecedentes judiciales y de la jurisprudencia creada por órganos diversos, conjunto que podría llegar a ser tan confuso como el actual. Es decir, no parece posible generar una jurisdicción nacional ambiental unificada, que a la larga lograría cierta uniformidad jurisprudencial y por tanto daría seguridad a los interesados. Al menos, no por las vías propuestas por Aguilar, o por la sumatoria de jurisdicciones provinciales, o por pactos de adhesión. Con todo, este último criterio pareciera ser el que en la actualidad se está pensando como el más viable en todos los casos de competencias mixtas.

[23] Exposición en reunión del Instituto de Derecho Ambiental del Colegio Público de Abogados de C.A.B.A., comentando los ecos del proyecto mencionado, día 11 de mayo de 2016.

[24] Véase el ante-proyecto de creación de jurisdicción ambiental porteña, en este mismo volumen, redactado por Maximiliano Macaluse.

Para pensar un nuevo enfoque del tema, hay que reconocer que Argentina es un país federal y ha logrado serlo luego de 30 años de luchas civiles, pero su federalismo en la práctica ha sido más declamado que real. Implementar un proyecto de jurisdicción ambiental que satisfaga a la vez la necesaria y mínima unidad de criterio judicial y por otra sea respetuoso de las autonomías locales, no es fácil.

Desde otro punto de vista, la cuestión de las políticas públicas en relación con las normativas y la jurisprudencia tampoco es de fácil consenso. En su presentación, el Dr. Aguilar afirma que debe establecerse como prioridad la política ambiental desde las autoridades administrativas apoyando a las judiciales, deberá darse primordialmente un lugar al "Ambiente", dentro de todas las decisiones del Estado, tanto en todas las obras a proyectarse, como a los proyectos de recursos energéticos, en materia suelo, agro químicos, agua, en aire, como en sonoridad. Sin duda es un deseo loable, pero todo y cualquier intento de llevarlo a la realidad chocará sin dudas con diversos problemas que el órgano administrativo debe resolver no tanto como quiera o desee, sino sobre todo como pueda. Más aún, la prioridad de ciertos intereses hace que los habitantes de un lugar (y electores de sus autoridades) consideren el problema del ambiente como algo secundario o al menos de un peligro no inminente, frente a cuestiones imperiosas del día a día[25]. Las políticas públicas ambientales sólo pueden ser efectivas en un contexto socio-político-económico-cultural que, por el momento, en nuestro país no se da.

Otra cuestión que suele mencionarse se refiere a la necesaria formación de los jueces. Sin duda es un tema importante, pero no distinto, en el fondo, de la necesidad de arbitrar medidas para asegurar la calidad de todos los jueces, no sólo de los ambientales. Las ideas de generar especialidades de postgrado universitario, de tomar exámenes, etc., pueden ensayarse con la expectativa de que obtengan por lo menos el mismo éxito (poco o mucho) de las mismas estrategias aplicadas a otros fueros. En cambio, más complicada parece la cuestión de considerar el carácter transversal del derecho ambiental, en el sentido de que todo el derecho debe tener

[25] Cualquiera puede hacer la experiencia de preguntar a personas de zonas suburbanas carenciadas y en las cuales la presencia de empresas contaminantes es un hecho conocido, por qué no denuncian, o no apoyan denuncias de organizaciones, etc. La respuesta es más o menos ésta: "Porque esa fábrica nos da trabajo. Si le ponen muchos requisitos, o sanciones, o multas, se van, y nosotros nos quedamos sin trabajo y así ¿cómo vamos a vivir?"

un sentido ambiental, que es uno de los ejes hermenéuticos del nuevo Código Civil y Comercial. Esto, con todo, me parece ambiguo.

Lo que yo planteo, es que los problemas ambientales son los transversales, es decir, que pueden afectar a cualquier situación o transacción jurídica, que de por sí no es ambiental, como un derivado o una cuestión que llamaríamos incidental, pero pertinente y que debe resolverse conforme a normativas ambientales; por ejemplo un divorcio, un juicio sucesorio, etc., donde se discutan cuestiones de valores de bienes afectados por servidumbres ambientales, contaminaciones, etc., por ejemplo. Es decir, es en primer lugar el abogado a quien se le consulta el tema principal (que no tiene por qué ser un experto en derecho ambiental) el que debe apreciar el aspecto ambiental en el conjunto judiciable. Y luego el juez al que va el juicio conforme al tema principal. Me parece que éste es un aspecto que se está descuidando y que debiera tomarse en consideración.

Con esto quiero significar que –a mi parecer- el primer paso de la formación de una conciencia jurídica ambiental generalizada consiste en la interiorización y asimilación, por parte del colectivo actuante en el sistema judicial en todas las jurisdicciones, de los principios específicos del derecho ambiental, y que la ley argentina declara obligatorios: a) principio de congruencia legislativa; b) principio de prevención; c) principio de precaución; d) principio de equidad intergeneracional; e) principio de progresividad; f) principio de responsabilidad; g) principio de subsidiariedad; h) principio de sustentabilidad; i) principio de solidaridad; j) principio de cooperación.

Son estos principios los que se olvidan o se conculcan.

Para terminar, quiero expresar mi convencimiento de que la concienciación ambiental tiene muchas puntas, que todas deben ser consideradas, y que mientras esperamos la compleja solución al tema de la jurisdicción ambiental específica, debiéramos operar con criterios más claros, seguros y eficaces dentro de las jurisdicciones que tenemos, mediante una capacitación general de jueces y Ministerio Público, y con la implementación de un buen sistema de juristas expertos en derecho ambiental, como peritos obligatorios.

En fin, un tema para continuar debatiendo y buscando soluciones.

El fuero ambiental entre la realidad y la utopía

Maximiliano Macaluse

1. Introducción

El presente trabajo titulado "El fuero ambiental entre la realidad y la utopía" tiene por objetivo hacer un desarrollo teórico y práctico sobre una justicia especializada en Derecho Ambiental. Tanto a nivel nacional, como provincial, existe prácticamente una justicia especializada en cada una de las ramas del derecho que componen al orden jurídico argentino. Por ello, siendo ambientalistas, y más aún pertenecientes al ámbito profesional del Derecho, nos atrevemos a pensar en la existencia de un fuero ambiental en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

La creación de fueros ambientales en el ámbito de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires es una necesidad imperiosa para la justicia y para cada una de las personas que tienen el derecho de gozar de un ambiente sano.

El derecho a acceder a una justicia impartial, imparcial e independiente que opere las normativas ambientales provoca que los litigios sean resueltos por magistrados especializados en la materia ambiental y así otorgar mayor seguridad jurídica, predictibilidad en las decisiones y una adecuada jurisprudencia.

La especial naturaleza preventiva del Derecho Ambiental influye sobre la estructura y función del proceso judicial, provocando una necesidad de redefinición del mismo. Los principios "preventivo" y "precautorio" establecidos en la Ley General del Ambiente N. 25.675, son básicos y esenciales del Derecho Ambiental, dándole una impronta que lo distingue del resto de las disciplinas clásicas del Derecho. Los plazos en dicha rama jurídica corren de manera diferente por lo que las soluciones deben ser expeditas y rápidas. Por lo tanto se entiende que debe ser un juez con amplias facultades y que impulse el proceso de oficio. También es destacable entre las particularidades de la materia la posibilidad de modificar las reglas de la carga de la prueba así como una presunción "pro-ambiente" impuesta por el principio precautorio.

Debe considerarse la gratuidad en este tipo de procesos judiciales, debido a la prioridad al tratamiento de las causas que versen sobre derechos fundamentales, como la salud, la vida y el ambiente, por encima de las que traten cuestiones patrimoniales.

La Ciudad Autónoma de Buenos Aires eleva su calidad de justicia e innova en una materia que cada vez tiene mayor relevancia en Argentina como en el mundo. En nuestro país del Derecho Ambiental comenzó a tener relevancia desde su introducción en el año 1994 luego de la reforma de la Constitución Nacional. A nivel mundial la preocupación por el medio ambiente se originó mucho antes.

En 1972 en la Cumbre de Estocolmo se declaró formalmente el derecho humano a un ambiente sano adecuado para vivir en dignidad y bienestar y el consecuente deber de protegerlo y mejorarlo.

Luego el convencionalismo continuó a través de: 1982 Cumbre Mundial de la Naturaleza, 1987 Informe Brundtland, 1992 Cumbre de la Tierra –Rio de Janeiro– "Eco-Rio", 2002 Cumbre de la Tierra de Johannesburgo y 2012 Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible -Rio de Janeiro- "Rio+20". Además, nuestra legislación cuenta con numerosos tratados internacionales con jerarquía constitucional en materia ambiental.

Es necesario un fuero ambiental en la justicia de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires para así poder nuclear todas las controversias ambientales, ya sean individuales o colectivas, en un ámbito judicial adecuado y especializado en el tema.

A nivel mundial ya son numerosos Estados que han incursionado en la creación de fueros ambientales administrativos o judiciales. Es decir, la idea puede llevarse a cabo y hacerse realidad. Por ello cabe realizar un estudio minucioso de todo aquello que comprende una justicia y más precisamente una "justicia ambiental": constitución, competencia, acción, legitimación, magistrados, pruebas, resoluciones, y analizar qué aspectos deben modificarse de la legislación actual para así poder engranar al fuero ambiental.

Por todo lo expuesto, el trabajo contará con todos aquellos aspectos que creemos preciso considerar para entender la necesidad imperiosa de una justicia especializada en temas ambientales. Hoy, en el ámbito de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Ciudad en la cual nos desarrollamos a diario profesional y rutinariamente, más allá

de ser la capital federal de nuestro país. Luego sí, no encontramos inconvenientes de pensar y desarrollar fueros ambientales en diversas localidades de las provincias argentinas.

2. Concepto de: "fuero", "derecho ambiental" y "ambiente"

2. 1. Fuero

> "El concepto de fuero llega a nosotros desde la Edad Media, momento en el cual la sociedad occidental se organizaba en clases sociales claramente definidas y estructuradas en torno a las actividades que cumplieran. Así, el fuero era conjunto de leyes o códigos legales que pertenecían a cada estamento particular y que regían la actividad, así como también numerosos aspectos de la vida cotidiana.
> El fuero era entendido también como un privilegio que entregaba el rey o el señor feudal a sus súbditos para que éstos se organizaran social y económicamente. Hoy en día, el término se aplica especialmente en el ámbito judicial y en el político"[1].

> "El fuero siempre supone una noción de regionalidad, no necesariamente geográfica si no quizás institucional o administrativa. El fuero es, como se dijo, el conjunto de leyes que pertenecen a una región y que la identifican, diferenciándola entonces de otras. Esto también se aplica a instituciones, por ejemplo, el fuero militar, el fuero religioso, etc. Todas estas ideas dan a entender que el fuero es específico a cada sujeto de estudio y que entonces su validez es concreta en los límites de esa región o de esa institución […][2].

Por lo tanto, entendemos la palabra "fuero" como la forma de organización del Poder Judicial, en razón de la materia en cuestión. Y cómo lo expresa la Real Academia Española, el fuero es "jurisdicción" y "poder" a la que legalmente están sometidas las partes y que por derecho les corresponde.

2. 2. Derecho Ambiental

> "Disciplina jurídica que estudia los recursos naturales, la economía, el

[1] Definición ABC. "Definición de fuero". Obtenido en: http://www.definicionabc.com/.
[2] Ídem 1.

ambiente y el obrar humano, considerando a estos factores como estrechamente vinculados, interdependientes y ordenados de acuerdo a las leyes de la naturaleza, los procesos económicos y las demandas sociales.
Busca determinar las conductas y del hombre, para lograr un desarrollo sostenible de los recursos naturales como así también para el mejoramiento de la calidad de vida en el planeta"[3].

2. 3. Ambiente

"Muchos entienden equivocadamente que el ambiente lo es 'todo' o, como dirían algunos, 'el resto del universo'. El concepto de ambiente que nos interesa hace referencia a aquel en el que se integran los seres vivos, es decir, aquel dentro del cual interactúan las formas de vida […]". Debemos advertir a nuestros lectores que el término 'ambiente' no es sinónimo de 'ecología. Así, es un error afirmar: "Vamos a defender la ecología de tal o cual especie silvestre".

"Ecología" es un término que empleó por primera vez el biólogo alemán Ernst Haeckel en 1864 para designar la disciplina que estudia las relaciones entre el hombre y su ambiente (*oikos*: casa y *logos*: ciencias). En tal sentido, decir "defendamos la ecología" es como decir "defendamos la psicología o la filosofía".

Un concepto que nos ayuda a delimitar el ámbito y los alcances de la noción de ambiente es el de la biosfera. Si bien todavía no conocemos suficientemente cuál es el origen de la vida en la Tierra, es claro que la vida del hombre y de los demás organismos vivos es posible solo en la biosfera.

La biosfera se define como el espacio que contiene los ambientes biológicamente habitables"[4]

Por lo tanto, a partir de ahora, y en los siguientes títulos, cuando hablamos de "fuero ambiental" nos referimos a una organización del Poder Judicial con competencia y jurisdicción en todo aquello que concierne al medio ambiente.

[3] D. Bellorio Clabot, "Facultad de Derecho y Ciencias Sociales Carrera de Especialización en Derecho Ambiental (CEDA)" Obtenido en: http://www.medioambiente.gov.ar.
[4] *Manual de legislación ambiental* (Perú). "El concepto de ambiente". Obtenido en: http://www.legislacionambientalspda.org.pe/.

Ahora bien, qué entendemos por "medio ambiente". Consideramos que es una interrelación entre la sociedad, la economía, la política y el ambiente propiamente dicho.

3. Relevancia del Derecho Ambiental

3. 1. Constitución Nacional

A partir de la reforma constitucional de 1994, el ambiente ha tomado jerarquía constitucional plasmada en el art. 41 de la C.N.

> "**Artículo 41**. Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.
> Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales.
> Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquéllas alteren las jurisdicciones locales.
> Se prohíbe el ingreso al territorio nacional de residuos actual o potencialmente peligrosos, y de los radiactivos".

La cuestión de la preservación ambiental y la consagración del derecho al medio ambiente sano, hasta entonces interpretada como incluida dentro de los derechos no enumerados o implícitos del art. 33 CN, se encontró dentro de los "temas habilitados" para el tratamiento de la Convención Constituyente de 1994. (Ley 24.309).

En dicha Reforma Constitucional, se introduce el tema en cuestión dentro de la máxima jerarquía, a través de su consagración expresa en la Ley Suprema, dentro del Capítulo Segundo de la parte dogmática titulado "Nuevos derechos y garantías".

La inclusión de estas previsiones ambientales es indudablemente uno de los aspectos más positivos del proceso de reforma constitucional argentino concluido en 1994, a través de la ampliación del garantismo, extendiendo el catálogo de derechos con una amplitud que depende para su aplicación efectiva de la consideración como operativos y efectivos instrumentos protectores que le otorgue la jurisprudencia que tenga que decidir en los casos que se lleven a su conocimiento.

Asimismo, en los primeros instrumentos internacionales en materia de derechos humanos, la relación de éstos con el medio ambiente era considerada implícita. Las consecuencias del descontrol de la contaminación ambiental tanto los países desarrollados como en vías de desarrollo, y la imposibilidad del disfrute y ejercicio de los derechos humanos en condiciones ambientalmente desfavorables, crearon la conciencia generalizada del íntimo vínculo entre derechos humanos y medio ambiente.

Así, la problemática ambiental como "derecho al medio ambiente" fue empezando a ser reflejada en instrumentos internacionales, y su consagración en la Carta Mundial de la Naturaleza desarrolló este principio al incluir el deber de los Estados, pero también el derecho y la responsabilidad de los individuos en la protección del ambiente.

En el derecho constitucional actual, prácticamente ningún instrumento moderno ignora este derecho y estos principios. La cuestión, además, ha ganado en cierta medida a la "opinión pública", merced –lamentablemente– a grandes desastres ecológicos, a la formación y prédica de Organizaciones No Gubernamentales ecologistas de alcances nacionales e internacionales, y a la acción de algunos gobiernos.

El derecho a un medio ambiente sano es, sin duda, un derecho humano fundamental, y presupuesto del disfrute y ejercicio de los demás derechos, por la íntima vinculación del ambiente con el nivel de vida en general"[5].

De esa reforma constitucional, deriva el art. 41 de la nueva carta magna, cuyas características principales son:

[5] López Alfonsín, M.A. & Tambussi, C.E. "El medio ambiente como Derecho Humano" Capitulo XI – 1. Introducción. Pág.: 1 y 2. Obtenido en: http://www.gordillo.com/DH6/capXI.pdf.

- Concepción derecho-deber de un ambiente sano en cuanto a su exigibilidad y participación en la tarea de protección y preservación del mismo. Por la naturaleza de la cuestión involucrada en el "contenido" de ese derecho, el bien jurídico protegido y el correspondiente deber, convierte a los habitantes en verdaderos "agentes" en el cuidado ambiental.

Las obligaciones, pesan también sobre el Estado, en toda su amplitud de "autoridades" en cualquiera de los niveles de gobierno (federal, provincial, municipal), y obviamente a los jueces, involucrados no sólo en la obligación de "no dañar" sino en ejercicios positivos de preservación, de evitar que otros destruyan el medio ambiente, y exigir a los particulares cada deber concreto en cada circunstancia que afecte el tema ambiental.

- Compromiso intergeneracional de preservación del medio ambiente. (Para las generaciones presentes y futuras, dentro de un concepto de desarrollo que amplía la gama de opciones para las personas, inspirado en las metas de largo plazo de una sociedad.) Significa que el consumo actual no puede financiarse incurriendo en deudas económicas que otros tendrán que reembolsar en el futuro, y por ende, "los recursos naturales deben utilizarse de forma que no creen deudas al sobreexplotar la capacidad de sostenimiento y producción de la tierra" (Comisión Mundial del Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987).

- Recepción de la noción de "desarrollo sustentable" (Actividades productivas satisfacen las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras, Declaración de Río de Janeiro, 1992): lo cual comprende una mejor comprensión de la diversidad de ecosistemas, solución localmente adoptada para problemas ambientales y mejor control del impacto ambiental producido por las actividades de desarrollo.

- "Apto para el desarrollo humano", concepto del cual la Argentina es la primera Constitución en incorporarlo, de acuerdo a la visión de Naciones Unidas en sus Programas para el Desarrollo.

Este organismo define al desarrollo humano como "el proceso mediante el cual se amplían las oportunidades del ser humano" en donde se anotan las de disfrutar de una vida prolongada y saludable y tener acceso a los recursos necesarios para una vida decente, es decir que los beneficios sociales deben verse y juzgarse en la medida que promueva el bienestar humano.

Por lo que el concepto de desarrollo humano es amplio e integral. No es simplemente un llamado a la protección ambiental, sino que implica un nuevo concepto de crecimiento económico, que provee justicia y oportunidades para toda la gente del mundo.

Este es el gran interrogante y el gran problema para los países en desarrollo, donde el atraso económico muchas veces produce el equívoco de presentar a la necesidad de "industrializarse," de elaborar productos con mayor valor agregado, como contrapuesta a la preocupación ambiental.

- Jerarquía constitucional de la obligación de recomponer el daño ambiental y la obligación de recomponer, según lo establezca la ley. El art. 41 es operativo en cuanto a su contenido: sin perjuicio de la necesidad del consiguiente desarrollo legislativo –que determina el Constituyente de 1994–, es obligación de los jueces desplegar un activismo judicial garantizador que haga operativas y aplicables las exigencias de preservación y proveer a la protección del medio ambiente.

- Protección de la diversidad biológica.

- "Ley marco". De acuerdo al sistema de delegación y reserva de poderes que sustenta el esquema federal de la Nación, se establece la noción de "ley marco" a través de un "federalismo de concertación."

Sin dudas, el art. 41 de la Constitución Nacional optó por categorizar como derecho subjetivo de todos los habitantes el derecho a un medio ambiente sano, con todas las especificaciones que a partir de allí se derivan.

Tal aserto se ratifica al comparar la citada norma con la regulación del amparo en el art. 43, que especifica las situaciones subjetivas que pueden protegerse mediante esa acción, y cuáles son los sujetos legitimados activamente para deducirla, aludiendo tanto a los "derechos que protegen el medio ambiente" como a los "derechos de incidencia colectiva en general".

Al reconocer la Constitución esta categoría de derechos y reconocer que existen afectados cuando se los vulnera, es dable entender que todos los miembros del grupo sujeto a la afectación se encuentran legitimados para interponer el amparo

ambiental"[6].

3. 2. Convenciones y Tratados ambientales

Entendemos que el Derecho Ambiental se rige no sólo por las leyes y las constituciones que existen en la República Argentina, sino también por las convenciones y tratados internacionales. Es decir, el campo de análisis, protección y estudio del Derecho Ambiental es muy amplio y merece ser reconocido en este trabajo, con el fin de lograr comprender la necesidad de una justicia especializada en temas ambientales.

3. 2. A. Convenciones

1972. Cumbre de Estocolmo: acciones preventivas para proteger el medio ambiente humano, conservar el medio ambiente y los recursos. La conferencia declaró formalmente el derecho humano a un ambiente adecuado para vivir en dignidad y bienestar y el consecuente deber de protegerlo y mejorarlo.

1982. Cumbre Mundial de la Naturaleza – Protección de recursos naturales y ecosistemas.

1987. Informe Brundtland: Informe socio-económico elaborado por distintas naciones en 1987 para la ONU, por una comisión encabezada por la doctora Gro Harlem Brundtland. Originalmente, se llamó Nuestro Futuro Común. En este informe, se utilizó por primera vez el término desarrollo sostenible (o desarrollo sustentable).

1992. Cumbre de la Tierra – Rio de Janeiro – "Eco-Rio": participaron 172 gobiernos, entre ellos 108 jefes de Estado o de Gobierno. Unos 2.400 representantes de organizaciones no gubernamentales (ONG). Escrutinio sistemático de patrones de producción, fuentes alternativas de energía, apoyo al transporte público, creciente escasez de agua.

2002. Cumbre de la Tierra de Johannesburgo, participaron alrededor de 180

[6] M. A. López Alfonsí & C. E. Tambussi, "El medio ambiente como Derecho Humano" Capitulo XI – 2. *La Constitución Argentina reformada en 1994*, pp 3-4. Obtenido en: http://www.gordillo.com/DH6/capXI.pdf.

gobiernos. En esta cumbre se acordó mantener los esfuerzos para promover el desarrollo sostenible, mejorar las vidas de las personas que viven en pobreza y revertir la continua degradación del medioambiente mundial.

2012. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible - Rio de Janeiro - "Rio +20": "líderes mundiales, junto con miles de participantes del sector privado, las ONG y otros grupos, se unieron para dar forma a la manera en que puede reducir la pobreza, fomentar la equidad social y garantizar la protección del medio ambiente en un planeta cada vez más poblado.

Las conversaciones oficiales se centraron en dos temas principales: cómo construir una economía ecológica para lograr el desarrollo sostenible y sacar a la gente de la pobreza, y cómo mejorar la coordinación internacional para el desarrollo sostenible"[7].

3. 2. B. Tratados Internacionales ratificados por Argentina

- Convención sobre Humedales de Importancia Internacional 1971 (aprobada por Ley 23.919).
- Convención de las Naciones Unidas sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural 1972 (aprobada por Ley 21.836).
- Convenio de Viena para protección de la Capa de Ozono 1985 (aprobado por Ley 23.724).
- Convención de Basilea 1989 (aprobado por Ley 23.922).
- Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono 1989 (aprobado por Ley 25.389).
- Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente 1991 (aprobado por Ley 24.216).
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 1992 (aprobada por Ley 24.295)
- Convenio sobre la Diversidad Biológica 1992 (aprobada por Ley 24.375).
- Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación 1994 (aprobada por Ley 24.701).
- Protocolo de Kyoto 1997 (aprobado por Ley 25.438).
- Acuerdo Marco sobre Medio Ambiente del MERCOSUR 2001 (aprobado por Ley 25.841).

[7] Naciones Unidas. El futuro que queremos. "¿Qué es "Rio+20?". Obtenido en: http://www.un.org/.

4. Justicia ambiental

Retomando la temática especifica de este trabajo, desarrollaremos a continuación todo lo pertinente al concepto de "justicia ambiental". Luego de expresar la relevancia del Derecho Ambiental, tanto en nuestro país, como para el mundo, buscamos plasmar dicho panorama en el ámbito judicial.

4. 1. Acceso a la justicia ambiental

El concepto de **acceso a la justicia ambiental** es entendido como:

> "la posibilidad de obtener la solución expedita y completa por las autoridades judiciales de un conflicto jurídico de naturaleza ambiental, lo que supone todas las personas están en igualdad de condiciones para acceder a la justicia y para obtener resultados individual o socialmente justos"[8].

Según la EPA "Environmental Protection Agency" Estados Unidos, la **justicia ambiental** es:

> "El trato justo y participación significativa de todas las personas, sin importar su raza, color, nacionalidad o nivel de ingresos, en el desarrollo, implementación y aplicación de las políticas, leyes y regulaciones ambientales"[9].

El acceso a la justicia ambiental presenta algunas complicaciones adicionales. Una de ellas es la extraordinaria complejidad científico-técnica de los casos ambientales. Otra es la naturaleza de los intereses en juego, que habitualmente son "intereses colectivos y difusos", es decir, de intereses que corresponden a muchas personas, muchas de ellas indeterminadas e indeterminables.

Hacer valer estos derechos ante los tribunales de justicia exige una especial capacidad de organización de los afectados, que debe ir acompañada de la capacidad económica y técnica que se requiere para enfrentar procesos que habitualmente son costosos y complejos. En estos procesos, por otra parte, suele estar comprometido

[8] S. Coria, "Acceso a la Justicia Ambiental". Ponencia 2/10/2015 en el 14º Encuentro Internacional de Derecho Ambiental. Ciudad A. de Buenos Aires, Argentina.
[9] Ídem.

un interés social, lo que a su vez exige la participación de un órgano que represente ese interés.

A todo lo anterior se añade que estos casos exigen una preparación especial de sus operadores jurídicos, es decir, de los abogados y jueces, que por lo general no es proporcionada por la enseñanza que reciben los profesionales del derecho. Esto último ha planteado el interrogante sobre si sería conveniente la creación de tribunales especializados en el tema ambiental o métodos de composición privada de los conflictos por especialistas en la materia.

No obstante, ello, los escasos cambios que se han dado en algunos países, aunados a la capacidad y voluntad de los jueces, han permitido que en América Latina se inicie un proceso de intervención de los tribunales de justicia en materias ambientales de suma importancia, que está creando una importante jurisprudencia"[10].

4. 2. La insistencia de un fuero especializado

> "En diversos encuentros, foros, conferencias y seminarios de jueces, abogados que hacen doctrina, docentes e investigadores de derecho ambiental se ha coincidido en la necesidad de que el Poder Judicial no es ajeno, en cuanto a competencias, organización y capacitación de sus integrantes, a la protección del ambiente. Los temas de coincidencia de jueces y doctrina son: capacitación de los magistrados, organización de la justicia y las competencias ambientales, relación del Poder Judicial con los otros Poderes del Estado y con la sociedad civil, evaluación de la aplicación de las normas ambientales por parte del Poder Judicial y los fiscales, procesos constitucionales, acción civil y de daño ambiental, y acción penal ambiental"[11].
>
> "Se ha insistido en la creación de fueros especiales en materia ambiental […] Asimismo en numerosos foros de jueces y de doctrina se propugna la creación de tribunales ambientales en el ámbito local, internacional y en el

[10] S. Coria, "Acceso a la Justicia Ambiental". Ponencia 2/10/2015 en el 14º Encuentro Internacional de Derecho Ambiental. Universidad de Belgrano, Ciudad A. de Buenos Aires, Argentina.

[11] D. Bellorio Clabot, *Tratado de Derecho Ambiental*, T. III, Bs. As., Ed. Ad-Hoc, 1ª ed. 2014, p. 403.

> orden supranacional con aptitud para fortalecer la idea del medio ambiente como derecho humano fundamental"[12].

Es aquí a dónde deseábamos llegar para explicar el por qué abordar el tema de la "justicia ambiental". Los diversos integrantes de las áreas mencionadas (doctrina justicia, docencia, etc.) insisten en la creación de un fuero especializado… pero allí no culmina la idea, todo se sustenta en que comprendemos al ambiente como un derecho humano. Es por ello que el Poder Judicial debe contar con la estructura específica de justicia ambiental.

4. 3. Competencias entre Estados

> "El art. 41 de la Constitución Dispuso un deslinde de competencias entre la Nación y las provincias –y, por extensión, entre la Nación y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires– en virtud de la cual corresponde a la nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquellas alteren las jurisdicciones locales"[13].
> "[…] los problemas ambientales se caracterizan por su localización en un ámbito geográfico […]"[14].
> "[…] la competencia ambiental fue delegada a la órbita federal sólo en lo referido a los presupuestos mínimos de protección. En todo lo demás, las provincias conservaron atribuciones para complementar y extender el resguardo ambiental. Y ello, así pues, aunque existen necesidades y problemas comunes a todo el país, cada región requiere protección y soluciones específicas y propias. Por ello, dentro de cada jurisdicción local, las responsabilidades de las provincias son primarias y fundamentales para ampliar la protección y aplicar la normativa legal"[15].
>
> "La ley 25.675" reconoce expresamente la competencia de la justicia ordinaria que corresponda, para conocer en las acciones que se deriven de sus disposiciones y recomienda a los estados provinciales y la Ciudad Autónoma

[12] Ídem nota 11, p. 404.
[13] M. A. Gelli, *Constitución de la Nación Argentina*, "Importancia de la cuestión ambiental". Ed. La Ley – 3ª ed, p. 451.
[14] Ídem, p. 452.
[15] Ídem, p. 452.

de Buenos Aires la sanción de normas complementarias en los términos del art. 41 de la Constitución Nacional"[16].

Art. 7 ley 25.675
"La aplicación de esta ley corresponde a los tribunales ordinarios según corresponda por el territorio, la materia, o las personas.
En los casos que el acto, omisión o situación generada provoque efectivamente degradación o contaminación en recursos ambientales interjurisdiccionales, la competencia será federal".

4. 4. Competencias en razón de la materia

Para lograr un fuero específico en materia ambiental, es relevante determinar las competencias en razón de la materia. Es decir, sobre qué puede entender un fuero ambiental.

La Justicia Ambiental es competente en[17]:
a) Los hechos fundados en los casos relativos al deterioro ambiental.
b) Las denuncias por daño temido de peligro ambiental.
c) El dictado de medidas cautelares urgentes y provisorias para evitar daños ambientales.
d) Las acciones de recomposición del ambiente.
e) Cuestiones urbano ambientales.
f) Protección del patrimonio cultural.

4. 5. La situación en Argentina

"En nuestro país, Corrientes tiene fiscalías ambientales y rurales, Rio Negro, Salta y Neuquén tienen su propuesta de creación, existe un proyecto en la provincia de Buenos Aires de crear unidades fiscales, se anunció en 2010 la creación de tribunales fiscales comenzando en Bahía Blanca […]"[18].

"[…] a nivel nacional debe citarse la creación de la Unidad Fiscal de

[16] Ídem nota15, p. 453.
[17] Proyecto de ley sobre creación de fueros ambientales en el ámbito de la Ciudad A. de Buenos Aires. Será detallado más adelante en el trabajo.
[18] D. Bellorio Clabot, *Tratado de Derecho Ambiental*, cit, T. III, 404.

Investigación en Materia ambiental (U.F.I.M.A.) mediante un convenio firmado el 13 de septiembre de 2006 entre la procuración General de la Nación y la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación"[19].

4. 5. A. U.F.I.M.A.

"[…] se puso en funcionamiento en abril 2007; es una unidad fiscal de alcance nacional; se encarga de investigar los delitos penales ambientales en todo el país. Tiene su sede en la Ciudad de Buenos Aires, pero cuenta con cinco puntos de enlace en las ciudades del interior del país. Funciona en las Fiscalías Federales Generales de las ciudades de Paraná, Tucumán, Mendoza, Comodoro Rivadavia y Bahía Blanca. Los titulares de esas fiscales coordinan las tareas con la U.F.I.M.A."[20]

Corte Supresa de Justicia de la Nación:

"Los pasos dados a partir del 2001 por la Corte Suprema de Justicia de la Nación en materia de especificidad de lo ambiental mediante las acordadas 35/11, 16/13 y 1/14 son un positivo auspicio respecto del avance de la protección ambiental desde el Poder Judicial"[21].

4. 5. B. Acordada 35/11 (27/12/2011)

"La Corte Suprema de Justicia de la Nación –CSJN– mediante el dictado de la Acordada N° 35/11 estableció un Sistema de Gestión Ambiental –SGA– en el marco del Plan de Políticas de Estado del Poder Judicial y del plan de Fortalecimiento Institucional desarrollados por la Comisión Nacional de Gestión Judicial"[22].

"También la CSJN dispuso la utilización de la hoja el tamaño A4 en todas sus dependencias –anteriormente se usaban las hojas tamaño "legal"–. Desde el

[19] Ídem nota 18.
[20] Ídem.
[21] D. Bellorio Clabot, *Tratado de Derecho Ambiental* cit., Tomo III, p. 404.
[22] Noticias judiciales: el diario on line de los Tribunales. "La Corte Suprema de Justicia de la Nación implementó un Sistema de Gestión Ambiental". Obtenido en: http://www.noticiasjudiciales.info/.

Alto Tribunal de la República Argentina informaron que la medida fue dispuesta a través del SGA y buscar priorizar "conservación del medio natural y la prevención y control de la contaminación ambiental"[23].

"En el anexo a la acordada se encuentra la Norma de Gestión Ambiental para la CSJN, que refiere a la política, la planificación y los objetivos que fijará la Corte […] procurará la mejora continua del sistema y la prevención de la contaminación. En cuanto a la planificación la Corte deberá establecer e implementar uno o varios procedimientos para identificar los aspectos ambientales de sus actividades que estén bajo su control y aquellos sobre los cuales pueda influir"[24].

4. 5. C. Acordada 16/13 (28/05/2013)

"Esta acordada refiere al Sistema de Gestión Ambiental creado por la acordada 35/11 que dice que, entre los objetivos de la norma de gestión ambiental creada, se encuentra definir la política ambiental de la organización, la implementación del sistema de gestión ambiental y la comunicación de todas las medidas que se realicen en este proceso"[25].

"En esta acordada la Corte estima que, para desarrollar tales objetivos, la creación de una "Comisión de Ambiente y Sustentabilidad". Dicha comisión se integra por un Comité Consultivo, en el que se invitaría a participar a los representantes de las cámaras nacionales y federales, de la Morgue Judicial, de la Unión de Empleados de la Justicia de la Nación, de la Asociación de Magistrados y Funcionarios de la Justicia nacional, de la Junta Federal de Cortes y Superiores Tribunales de Justicias de las Provincias Argentinas y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y de la Federación Argentina de la Magistratura y la Función Judicial. Asimismo, se dispone a convocar a participar a las universidades públicas y privadas, a través de sus facultades u organismos especializados en la materia. La comisión se encargará de mejorar de modo continuo la gestión de los recursos, fomentando proyectos y practicas acordes con la protección del ambiente. Además, implementará y realizará el seguimiento de las acciones derivadas de la norma ambiental.

[23] Ídem nota 21, p. 405
[24] Ídem.
[25] Ídem, p. 406.

Habrá de impulsar la incorporación, paulatina y conjunta de las practicas propuestas; elaborar propuestas para optimizar el uso de recursos, minimizar el impacto de la generación de residuos y establecer planes para lograr la eficiencia energética en el ámbito de cada una de las jurisdicciones; establecer el plan de trabajo de la Comisión"[26].

"[…] en el ámbito del Poder Judicial, le corresponde realizar un relevamiento de causas ambientales en trámite en cada jurisdicción; crear un micrositio de fallos, accesibles desde la página web del CIJ"[27].

4. 5. D. Acordada 1/14 (11/12/2014)

"Lorenzetti presentó la Oficina de Justicia Ambiental de la Corte Suprema. Fue este jueves, en el Palacio de Tribunales. La nueva dependencia tiene entre sus objetivos el diseño y coordinación de políticas y planes de capacitación para el fortalecimiento de los conceptos ambientales"[28].

"La oficina tendrá a su cargo[29]:
a) Mejorar de modo continuo la gestión de los recursos, fomentando proyectos y prácticas acordes con la protección del ambiente.
b) Implementar y realizar el seguimiento de las acciones derivadas de la Norma Ambiental y de las acciones previstas en la creación de la Comisión de Ambiente y Sustentabilidad.
c) Establecer vinculación con oficinas de similar carácter a nivel nacional e internacional.
d) Coordinar y gestionar programas de capacitación con los restantes poderes del Estado y con los organismos internacionales vinculados con la justicia ambiental.
e) Impulsar, coordinar y fortalecer la difusión de las decisiones e iniciativas con la justicia ambiental a nivel nacional e internacional.
f) Recabar información para plasmar todos los datos que puedan resultar

[26] D. Bellorio Clabot, *Tratado de Derecho Ambiental* cit., Tomo III, p. 407.
[27] Ídem.
[28] Centro de Información Judicial: Agencia de noticias del Poder Judicial. "Lorenzetti presentó la Oficina de Justicia Ambiental de la Corte Suprema". Obtenido en: http://www.cij.gov.ar/.
[29] Ídem nota 26, pp. 407-408.

trascendentes a favor de la construcción y difusión de la justicia ambiental.
g) Identificar las necesidades y oportunidades en materia ambiental mediante el relevamiento de datos e investigaciones de su estructura y decisiones jurisdiccionales.

4. 5. E. Acordada 8/2015 (8/4/2015)

"La Corte Suprema de Justicia de la Nación dispuso la creación de la Secretaría de Juicios Ambientales de la CSJN asignándole la tramitación de todas aquellas causas cuyo contenido verse sobre cuestiones ambientales, cualquiera sea la materia y el estado en que se encuentren. Su principal misión es gestionar los litigios masivos que versen sobre Derecho Ambiental. Por la misma acordada se designó como titular de dicha Secretaría al Dr. Néstor Alfredo Cafferata"[30].

4. 5. F. Ley 7.155 Provincia Santiago del Estero,
Juzgados en Derechos Reales y Ambiental de Primera y Segunda Nominación con asiento en la Ciudad Capital

ART. 1º - Creación. Créanse los Juzgados en Derechos Reales y Ambiental de Primera y Segunda Nominación con asiento en la Ciudad Capital de la Provincia de Santiago del Estero, los que tendrán competencia y jurisdicción en todo el territorio de la Provincia.

ART. 2º - Competencia. Los Juzgados en Derechos Reales y Ambiental tendrán competencia específica en materia de Derechos y Acciones Reales y Posesorias del Código Civil. Asimismo, tendrán competencia material en todos los asuntos en los que se ventilen derechos de incidencia colectiva o difusa relacionados con la protección y preservación del medio ambiente.

4. 5. G. Ley 5.899 Provincia de Jujuy, Fuero ambiental y fiscalías ambientales

ART. 1.-JUZGADOS AMBIENTALES: Créase dentro de la órbita del Poder Judicial dos (2) Juzgados Ambientales, como órganos jurisdiccionales especializados con competencia en materia ambiental.

[30] *Tu espacio jurídico*, revista jurídica on line. "Derecho Ambiental: La CSJN creó la Secretaría de Juicios Ambientales". Publicado en: http://tuespaciojuridico.com.ar/.

ART. 2.-INTEGRACIÓN Y JURISDICCIÓN: Los Juzgados Ambientales estarán integrado por jueces letrados, que deberán cumplir las exigencias establecidas en la Constitución Provincial y serán designados de conformidad a las leyes pertinentes. Tendrán asiento en la ciudad de San Salvador de Jujuy y ejercerán su jurisdicción en todo el territorio de la provincia. El Superior Tribunal de Justicia, mediante acordada, establecerá la oportunidad de la puesta en funciones de cada uno de los Juzgados, atendiendo al número de causas y demás parámetros que den cuenta de la necesidad de su implementación.

ART. 3 - COMPETENCIA: Como Juzgados de Primera Instancia conocerán: a) En los amparos ambientales; b) En los juicios ordinarios por reparación y/o remediación de daños ambientales, incluida la faz resarcitoria privada; c) En los procesos cautelares ambientales; d) En todos los demás procesos judiciales de naturaleza ambiental y/o regidos por legislación específica vinculada al ambiente. El Superior Tribunal de Justicia reglamentará, mediante acordada, el procedimiento y las instancias de apelación de las resoluciones emitidas por los Juzgados Ambientales, en los términos de la legislación vigente y fueros existentes

5. Derecho de acceso a la información ambiental

> "El derecho de acceso a la información ambiental es la facultad de toda persona o grupo de personas de tener conocimiento de la situación del medio en el que se desenvuelven (calidad del aire que respiran, agua y alimentos que ingieren, paisaje o monumentos que disfrutan, etc.) a través de los informes y datos que deban obrar en las Administraciones Públicas a las que se ha confiado la gestión de dichos intereses colectivos"[31].
>
> "Este derecho amplía el reconocimiento a toda persona del derecho a la información general administrativa reconocido en las leyes generales administrativas básicas y establece un régimen especial para el ejercicio del mismo. Por otro lado, este derecho requiere de la acción de las autoridades públicas para difundir la información, lo que exige una actualización sistemática y una puesta a disposición del público, buscando la accesibilidad

[31] S. Coria, "Acceso a la Justicia Ambiental", Ponencia 2/10/2015 en el 14º Encuentro Internacional de Derecho Ambiental. Universidad de Belgrano, Ciudad A. de Buenos Aires, Argentina.

como meta”[32].

“El Convenio de Aarhus establece la necesidad de que los Estados implementen, en sus ordenamientos jurídicos, mecanismos encaminados a eliminar o reducir los obstáculos financieros que impidan el acceso a la justicia ambiental”[33].

“El Convenio de Aarhus supone una mejora y ampliación de este derecho con relación al marco vigente en el momento de su entrada en vigor, y se convierte en una norma especial supra-legal y preferente, exigible a su vez ante y desde cualquier órgano que gestione competencias que afecten al ambiente, según la propia definición que el Convenio incorpora”[34].

“Disponer de la información que se encuentra en manos de las autoridades públicas está considerado uno de los derechos básicos en el Estado social y democrático de derecho, ya sea como garantía derivada de la libertad de expresión, como derecho de todo administrado o bien como factor de transparencia en una democracia participativa basada en el concepto de ciudadanía”[35].

“Por ello, el acceso a la información ambiental –que abarca cuestiones como la salud, la calidad de vida, el consumo o los recursos naturales, y debe servir como criterio para la adopción de políticas públicas– fue reforzado a través de una legislación específica. Un buen acceso a la información configura una sociedad más permeable y receptiva a los planteamientos de una política ambiental coherente”[36].

[32] Ídem nota 31.
[33] Ídem.
[34] S. Coria, S. “Acceso a la Justicia Ambiental”. Ponencia 2/10/2015 en el 14º Encuentro Internacional de Derecho Ambiental. Universidad de Belgrano, Ciudad A. de Buenos Aires, Argentina.
[35] Ídem 34.
[36] Ídem 34

5. 1. El Derecho Internacional y el acceso a la información

Al Derecho Internacional en su interrelación con el acceso a la información, se lo debe entender como:

> "1. Deber del Estado de disponer de información o intercambiarla con otros Estados (Ejemplos: Convención de Diversidad Biológica, Protocolo de Cartagena). 2. Deber del Estado de poner información a disposición de una organización internacional (ejemplo: Convención de Basilea, Convención de Cambio Climático). 3. El acceso a la información ambiental como un derecho subjetivo de los ciudadanos (Ejemplo: Convenio de Aarhus)"[37].

El Convenio de Aarhus define información ambiental en su artículo 2 n. 3, como:

> "Toda información, disponible en forma escrita, visual, oral o electrónica o en cualquier otro soporte material y que se refiera al estado de los elementos del ambiente y la interacción entre estos elementos; todos los factores, actividades o medidas que puedan tener efectos sobre los elementos del ambiente; el estado de la salud y condiciones de vida de los seres humanos en función de la calidad del ambiente".

"RIO +20" "Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo

> "La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, habiéndose reunido en Rio de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992, reafirmando la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, aprobada en Estocolmo el 16 de junio de 1972a, y tratando de basarse en ella, con el objetivo de establecer una alianza mundial nueva y equitativa mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre los Estados, los sectores claves de las sociedades y las personas, procurando alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial, reconociendo la naturaleza integral e interdependiente de la Tierra, nuestro hogar, Proclama que"[38]:

[37] Ídem nota 34.
[38] Departamento de asuntos económicos y sociales. División desarrollo sostenible. Obtenido en: http://www.un.org/.

> […] **Principio 10:** "El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre éstos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes"[39].
>
> "El Principio 10 establece que el mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es a través de la participación de todos los ciudadanos, los cuales deberán tener acceso adecuado al a información ambiental, y tener igualmente acceso efectivo a los procedimientos, judiciales y administrativos, en cuestiones ambientales"[40].
>
> "[…] implementar efectivamente este Principio, el cual tiene tres pilares, acceso a la información, a la participación y a la justicia medio ambiental"[41].

Los países firmantes del principio 10 son: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, Jamaica, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, San Vicente y las Granadinas, Trinidad y Tobago y Uruguay.

5. 2. Régimen de libre acceso a la información pública ambiental

Ley 25.831

Art. 1 **Objeto**: La presente ley establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para garantizar el derecho de acceso a la información ambiental que se encontrare en poder del Estado, tanto en el ámbito nacional como provincial,

[39] Ídem nota 38.
[40] Cancillería de Colombia. "Principio 10 de la Declaración de Rio". Obtenido en: http://www.cancilleria.gov.co/.
[41] Ídem.

municipal y de la Ciudad de Buenos Aires, como así también de entes autárquicos y empresas prestadoras de servicios públicos, sean públicas, privadas o mixtas.

Art. 2 - Definición de información ambiental: Se entiende por información ambiental toda aquella información en cualquier forma de expresión o soporte relacionada con el ambiente, los recursos naturales o culturales y el desarrollo sustentable. En particular:
a) El estado del ambiente o alguno de sus componentes naturales o culturales, incluidas sus interacciones recíprocas, así como las actividades y obras que los afecten o puedan afectarlos significativamente;
b) Las políticas, planes, programas y acciones referidas a la gestión del ambiente.

Art. 3 - **Acceso a la información.** El acceso a la información ambiental será libre y gratuito para toda persona física o jurídica, a excepción de aquellos gastos vinculados con los recursos utilizados para la entrega de la información solicitada. Para acceder a la información ambiental no será necesario acreditar razones ni interés determinado. Se deberá presentar formal solicitud ante quien corresponda, debiendo constar en la misma la información requerida y la identificación del o los solicitantes residentes en el país, salvo acuerdos con países u organismos internacionales sobre la base de la reciprocidad.

En ningún caso el monto que se establezca para solventar los gastos vinculados con los recursos utilizados para la entrega de la información solicitada podrá implicar menoscabo alguno al ejercicio del derecho conferido por esta ley.

Art. 4 - **Sujetos obligados.** Las autoridades competentes de los organismos públicos, y los titulares de las empresas prestadoras de servicios públicos, sean públicas, privadas o mixtas, están obligados a facilitar la información ambiental requerida en las condiciones establecidas por la presente ley y su reglamentación.

6. Jurisprudencia del Derecho Ambiental

> "Los casos más relevantes en la materia en los últimos 150 años, encontrando grandes hitos: "Saladeristas", "Kattan", "Mendoza", "Salas" y "Kersich, Juan Gabriel". Los uniremos por conjuntos, por temáticas y con otras sentencias similares"[42].

[42] J. Esain, "Breve Reseña de la Jurisprudencia histórica en el derecho ambiental argentino".

6. 1. Saladeristas Podestá y Plaza de Toros

La vieja Corte, aquella que dio los primeros pasos en el siglo diecinueve, dio dos sentencias señeras en materia de poder de policía, pero, al tratarse de temas de salud pública que hoy formarían parte de la materia ambiental. Podríamos decir que en estas sentencias la Corte se despacha sobre aspectos de la materia cien años antes de que el constituyente reglara el derecho humano fundamental al ambiente.

"Plaza De Toros" (13/4/1869)[43]

Esta sentencia es el primer paso en la génesis del poder de policía en general, pues en él se sienta el principio de relatividad de los derechos, y la capacidad del Estado de reglamentarlos en consideración de la moral y salubridad.

El caso es que la empresa Plaza de Toros (representada por un tal Señor Bonorino) inició una causa ante un juez de la provincia de Buenos Aires impugnando una ley local que prohibía instalar Plazas de Toros en su territorio. La base para la reglamentación, la limitación de los derechos en el caso, se posa sobre la moral y la protección de los animales contra el maltrato, aunque la Corte no lo mencione. En esto la resolución es un interesante antecedente en materia de protección de fauna y normas prohibiendo actos de crueldad sobre los animales.

Pero el primer *leading case* del derecho ambiental argentino se remonta a una época impensada y es la causa conocida como "Saladeristas Podestá" (14/5/1887)[44] que viene a consolidar –en un notable avance, por la época en que se dictó– el concepto de poder de policía ambiental.

Los hechos son que se presentan ante la Corte Suprema de Justicia de la Nación (CSJN) varios saladeristas demandan a la provincia de Buenos Aires, solicitando la indemnización de los daños y perjuicios que les ha causado la suspensión de las faenas de los saladeros situados en el Riachuelo de Barracas, ordenada por Ley Provincial del 6 de setiembre de 1871. La reseña indica que la provincia había

Publicado en: www.farn.org.ar/.

[43] CSJN "Empresa Plaza de Toros c/ Gobierno de Buenos Aires", 29/1/1869, publicada en Fallos 7:150.

[44] CSJN "Saladeristas Santiago, José y Jerónimo Podestá y Otros c. Provincia de Buenos Aires" 14/5/1887, publicada en Fallos 31:273.

adoptado antes de la suspensión de las faenas, una serie de medidas que gradualmente trataron de evitar los efectos sobre el ambiente de las actividades de estos emprendimientos.

Jurídicamente, la sentencia de la CSJN incorporó varios elementos sobre la cuestión del poder de policía (hoy ambiental). La razonabilidad en el ejercicio del poder de policía (artículo 28 Constitución Nacional - CN) ejercitado por la provincia de Buenos Aires está probada para la Corte desde los informes técnicos que abonan los problemas que la actividad produce sobre la salud pública, sustentando entonces el actuar de la Administración que, además, ha sido progresivo tal como hoy lo exige el principio derivado del artículo 4 de la Ley N. 25675. Este es otro adelanto que nos brinda esta sentencia del siglo XIX: la razonabilidad del ejercicio del poder de policía se asentará en un fundamento técnico en la decisión (estudio científico) y procedimientos administrativos que calificaríamos de acceso a la información"[45].

6. 2. Kattan

Esta etapa se inicia con la sentencia "Kattan, Alberto E. y otro c/ Gobierno Nacional - Poder Ejecutivo" 10/05/1983[46], la que se presenta en una serie de dos. Ellas son la primera gran noticia sobre el derecho ambiental en la Argentina. Su tema central resulta ser la legitimación amplia para la defensa de un bien jurídico que no es de pertenencia individual sino colectiva, y los aspectos laterales de la evaluación de impacto ambiental y la inversión de la carga probatoria.

En perspectiva, podríamos decir que "Kattan" y "Mendoza" son las dos sentencias más importantes del derecho ambiental de nuestro país. La paradoja es que se ubican en los dos extremos de la organización del Poder Judicial: una pertenece a la Corte y la otra a un juez de primera instancia. Pero "Kattan" fue tan trascendental que se puede decir que ocupa junto a la causa Riachuelo, ese lugar estelar en nuestro derecho judicial ambiental. Dijo el gran maestro Guillermo Cano de "Kattan":

[45] J. Esain, "Breve Reseña de la Jurisprudencia histórica en el derecho ambiental argentino". Publicado en: www.farn.org.ar/.

[46] "Kattan, Alberto E. y otro c/ Gobierno Nacional -Poder Ejecutivo", 10/05/1983, Juzgado Nacional de 1a Instancia en lo Contencioso-Administrativo Federal Nº 2 (JN Federal Contencioso Administrativo). *La Ley*, D. 576.

"Cuando Neil Armstrong dio su primer paso en la Luna se dijo que el suyo no había sido un tranco sino un gigantesco salto adelante en la historia de la Humanidad. Acudiendo al símil y guardando las proporciones, opino que las dos decisiones del juez federal Oscar Garzón Funes (h.) que comento en estas notas configuran una piedra miliar en la historia de nuestro Derecho Ambiental"[47].

"A pesar de que la misma se dio desde la base más baja del sistema judicial, no deja de ser una enorme resolución"[48].

"La demanda fue motivada por dos autorizaciones a empresas japonesas dadas por el Poder Ejecutivo, para pescar catorce toninas overas, circunstancia que los demandantes consideraban que podía resultar, de concretarse, de importancia suficiente como para alterar el ambiente en que habitan estos animales y la forma y expectativas de vida de los mismos. Solicitaban en su presentación la suspensión de dichos permisos 'hasta tanto existan estudios acabados acerca del impacto ambiental y faunístico que dicha caza pueda provocar'"[49].

"El primer gran aspecto a destacar de "Kattan" es –como lo adelantáramos– la legitimación. El primer comentario que surge ante semejante cambio de timón en materia de legitimación es: ¿Estamos ante una acción popular? Pareciera. Un habitante de la provincia de Buenos Aires impugna un permiso para cazar fauna marina que se ejecutaría en la costa de Chubut. La presentación se hace en la Ciudad de Buenos Aires, ante la justicia federal de esa ciudad en revisión contencioso-administrativa. Los actores se presentan en representación de la colectividad. La sentencia –y la medida cautelar antes- reconocen legitimación a este simple habitante, en una suerte de acción popular, es decir, la legitimación más amplia que reconocen los procesos constitucionales. Los dos actores se presentan sin ninguna relación con el lugar que pretenden proteger de manera puntual, ni donde se producen los efectos del acto. Sin embargo, el Juez Garzón Funes –en esto un homenaje

[47] G. Cano, "Un hito en la historia del derecho ambiental argentino", en *La Ley*, 1983, D. 568.
[48] J. Esain, "Breve Reseña de la Jurisprudencia histórica en el derecho ambiental argentino". Publicado en: www.farn.org.ar/.
[49] Ídem nota 44.

para él también– acepta la pretensión. Daniel Sabsay en prieta síntesis del buen activismo judicial en alguna oportunidad ha dicho allí donde el juez quiere, el juez puede. Este es un buen homenaje a este juez que adelantó una gran porción del derecho ambiental argentino en esta pieza jurídica inolvidable"[50].

"La secuela 'Kattan' se puede apreciar en la legitimación amplísima que en el año 2002 recepta el artículo 30 de la Ley General del Ambiente N. 25675 (LGA)"[51].

"Otros aspectos para destacar de Kattan son: a) la descripción del derecho a vivir en un ambiente sano y equilibrado; b) la noción de derecho-deber para encontrar la legitimación popular en cabeza del actor; c) la inversión de la carga probatoria; d) el principio precautorio; d) la valoración de los informes científicos aportados en la causa y finalmente e) los principios ambientales"[52].

6. 3. Mendoza[53]

En 2004 la problemática de la cuenca fue llevada a instancias judiciales por un grupo de vecinos que presentaron una demanda en reclamo de la recomposición del ambiente y la creación de un fondo para financiar el saneamiento.

Esta situación dio origen a la causa "Mendoza, Beatriz Silvia y otros c/ Estado Nacional y otros s/daños y perjuicios (daños derivados de la contaminación ambiental del Río Matanza - Riachuelo)". Allí se responsabilizaba por daños y perjuicios al Estado Nacional, la Provincia de Buenos Aires, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y a 44 empresas. Posteriormente, se amplió la demanda hacia los 14 municipios de la Provincia de Buenos Aires por los que se extiende la Cuenca Matanza Riachuelo.

[50] Ídem nota 44.
[51] Ídem.
[52] J. Esain, "Breve Reseña de la Jurisprudencia histórica en el derecho ambiental argentino" cit.
[53] Autoridad Cuenca Matanza-Riachuelo. "Causa Mendoza. Obtenido en: http://www.acumar.gov.ar/.

El 8 de julio de 2008, la Corte Suprema de Justicia de la Nación dictó un fallo histórico donde se determinó quiénes son los responsables de llevar adelante las acciones y las obras de saneamiento, el plazo en que deben ser ejecutadas, dejando abierta la posibilidad de imponer multas para el caso de incumplimiento.

En el fallo se obliga a ACUMAR a llevar a cabo un programa cuyos objetivos son: 1) la mejora de la calidad de vida de los habitantes de la cuenca; 2) la recomposición del ambiente en todos sus componentes (agua, aire y suelo); y 3) la prevención de daños con suficiente y razonable grado de predicción.

Por otra parte, el Máximo Tribunal encomendó al Defensor del Pueblo de la Nación y a las ONG la conformación de un Cuerpo Colegiado para el control del Plan de Saneamiento y de las obligaciones y fallos que la Corte establece en esta sentencia. Está integrado por el Defensor del Pueblo de la Nación y un grupo de cinco ONG: Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN), Fundación Greenpeace Argentina, Centro de Estudios Legales y Sociales (CELS), Asociación Vecinos de La Boca, Asociación Ciudadana por los Derechos Humanos (ACDH).

Con posterioridad, en su Resolución del 19 de diciembre de 2012, la Corte Suprema advirtió que "[…] los avances realizados en el saneamiento de la Cuenca Matanza Riachuelo traen aparejados nuevas y complejas problemáticas […]" resultando en consecuencia "[…] conveniente una división transitoria de la ejecución del pronunciamiento (…)" de fecha 8 de julio de 2008 "[…] entre dos magistrados", en sustitución del Juzgado Federal de Primera Instancia de Quilmes.

De esta manera, designó al Juzgado Nacional en lo Criminal y Correccional Federal N. 12 a cargo del Dr. Sergio Torres para "[…] el control de los contratos celebrados o a celebrarse en el marco del plan de obras de provisión de agua potable, cloacas (a cargo de AySA, ABSA ENHOSA), del tratamiento de la basura (a cargo de CEAMSE), así como su nivel de ejecución presupuestaria […]"

En tanto "todas las restantes competencias atribuidas en la sentencia de julio de 2008 […]" quedaron a cargo del Juzgado Federal en lo Criminal y Correccional N° 2 de Morón, cuyo titular es el Dr. Jorge Rodríguez.

6. 4. Salas, provincia de Salta

> "Es necesario resaltar que este Fallo se dicta como consecuencia de la remisión de la causa por la CSJN a la Corte de Justicia de Salta, luego de que aquella se declarara incompetente. Lo que se produce después que el Superior Tribunal Federal, dictara medidas cautelares referidas a la suspensión de la tala indiscriminada y al desmonte de bosques en los departamentos de San Martín, Orán, Rivadavia y Santa Victoria de la Provincia de Salta (un millón de hectáreas"[54].
>
> "Los actores de la acción de amparo , presentada directamente ante la CSJN, son miembros de comunidades indígenas de esas localidades, y organizaciones criollas, quienes concurrieron a la audiencia pública convocada por la Suprema Corte, y realizaron reiteradas presentaciones, posteriores a dicha audiencia, pero anteriores al fallo en el que la CSJN se declara incompetente, señalando que el Poder Ejecutivo de la provincia de Salta, no obstante sus declaraciones, y el dictado de normas, citadas luego por la CSJN, no estaba controlando los desmontes, y que estaba autorizando nuevos.
> Además, denunciaron que el ordenamiento territorial aprobado por ley, era totalmente perjudicial y que se 'pintaron de verde', o se autorizaba a desmontar áreas ocupadas por comunidades, y que se debían preservar. O en las cuales el desmonte ocasionaría un daño ambiental irreversible"[55].
>
> "[…] la única justificación por la que el Alto Tribunal había tomado intervención –la llamada cláusula federal de la DDHH y de la CIDH– no le permitía demasiada actividad, por la evidente incompetencia en instancia originaria y exclusiva atento la materia comprometida en el conflicto era eminentemente local. Esto terminó decantando y en una resolución que entendemos -junto a las adoptadas en 'Mendoza Beatriz' (del 20.6.06 y 8.7.08)- pasará a estar en el podio de las más trascendentes de la Corte en materia ambiental, hoy la causa Salas pasará al ámbito natural, la justicia local. No descartamos la intervención nueva del Alto Tribunal, pero siempre a posteriori mediante recurso extraordinario federal conforme art. 14 ley 48.

[54] M. Garros, "Comentario del fallo de la Corte de Justicia de Salta, en el Expte. CJS 35.192-12 Salta". Obtenido en: www.abogadosdesalta.org.ar/.
[55] M. Garros, ob. cit.

> "Si tenemos que enumerar los elementos más importantes de la resolución 'Salas' ellos serían:
> 1. El modo en que interpreta las facultades locales de ordenamiento de bosque nativo,
> 2. La manera en que hace operativa la complementariedad del tercer párrafo del art. 41 CN en esa materia.
> 3. El tratamiento respecto a las autoridades ambientales locales, y su vinculación con los otros sectores del Estado mediante la regla de integración.
> 4. La redefinición de la intervención urgente de la Corte mientras adopta la definición de su competencia originaria y exclusiva"[56].

6. 5. Kersich[57]

Recientemente –el 2 de diciembre del 2014– la Corte ha resuelto una causa en la que ha provocado una enorme novedad pues ha consolidado en el ámbito interno la aparición de un nuevo derecho: el derecho humano al agua potable. Esto sucedió en "Kersich, Juan Gabriel y otros el Aguas Bonaerenses"[58]. Los hechos son un grupo de vecinos de la localidad de 9 de Julio inician un amparo contra Aguas Bonaerenses S.A. (ABSA), con el objeto de que dicha empresa realice trabajos y tareas necesarias para adecuar la calidad y potabilidad del agua de uso domiciliario, según los parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), en coincidencia con la norma del artículo 982 del Código Alimentario Argentino, sobre todo frente a los elevados niveles de arsénico –superiores a los permitidos por la legislación vigente– que el agua presenta. Dirigen la reclamación contra la provincia de Buenos Aires, en virtud de que es titular del dominio acuífero, cuya preservación es responsabilidad de la empresa prestataria del servicio, y con fuente en la obligación del Estado local de conservar los recursos naturales, según lo dispone la Constitución local.

[56] J. Esain, "La Corte resuelve el caso 'Salas Dino' por el desmonte en Salta". Obtenido en: http://jose-esain.com.ar.
[57] J. Esain, "Breve Reseña de la Jurisprudencia histórica en el derecho ambiental argentino" cit.
[58] CSJ 42/2013 (49-K) RECURSO DE HECHO "Kersich, Juan Gabriel y otros c/ Aguas Bonaerenses S.A. y otros s/ amparo" sentencia del 2.12.2014.

El juez de primera instancia dictó la medida cautelar solicitada por los demandantes y, en consecuencia, ordenó a ABSA el suministro a cada uno de los actores, en su domicilio y a las entidades educativas y asistenciales involucradas en el presente reclamo, de agua potable –en bidones– que se adecue a las disposiciones del referido artículo 982 del Código Alimentario Nacional, en la cantidad necesaria para satisfacer las necesidades básicas de consumo, higiene personal, y limpieza de manos y alimentos y cocción de éstos, en una ración no menor a 200 litros por mes. Además, dispuso la prohibición del consumo de agua de la red domiciliaria provista por la demandada en los referidos establecimientos educativos y asistenciales y, asimismo, ordenó a la agencia demandada la realización en forma mensual de análisis del agua que distribuye, en por lo menos diez domicilios del partido de 9 de Julio, debiendo publicarse los correspondientes resultados en las boletas de pago del servicio.

En lo procesal, la causa tuvo un renovado perfil colectivo cuando el magistrado aceptó, con posterioridad, la adhesión de 2641 personas en condición de nuevos actores, respecto de quienes hizo extensiva la medida cautelar y ordenó a la demandada acompañar, con relación a todos y cada uno de ellos, el informe circunstanciado de rigor en el plazo de diez días, aclarando expresamente que este lapso podía ser ampliado, a pedido de la demandada, en consideración a la cantidad de presentaciones efectuadas.

La empresa apeló la resolución que fue confirmada por la Cámara Contencioso-Administrativa de La Plata, pronunciamiento que fue impugnado por la vencida mediante un recurso de inaplicabilidad de ley que, declarado inadmisible, dio lugar a recurso de queja que la SCBA desestimó –dejando firme lo resuelto–, con sustento en que la resolución impugnada no revestía carácter definitivo a los fines del remedio procesal intentado. Contra dicha decisión denegatoria ABSA interpuso el recurso extraordinario federal, cuya denegación dio origen a la presentación directa ante la Corte, la que motiva la resolución del 2 de diciembre de 2014 que aquí comentamos. Queremos citar expresamente lo resuelto por la Corte, porque en este aspecto resulta fundacional para el derecho humano al agua. Decimos esto porque el encuadre que hace el Alto Tribunal al respecto es expreso. Dice la Corte en el Considerando 10:

> "que en este sentido cabe recordar que los jueces deben buscar soluciones procesales que utilicen las vías más expeditivas, a fin de evitar la frustración de derechos fundamentales (doctrina de Fallos: 327:2127 y 2413; 332:1394,

> entre otros) No hay duda de que en el caso, existe la necesidad de una tutela judicial urgente, en la medida que está en juego el derecho humano de acceso al agua potable, la salud y la vida de una gran cantidad de personas y al mismo tiempo existe una demora de la demandada en la solución definitiva de esta situación"

La Corte entonces, en base a todo este desarrollo, hace lugar a la queja, se declara procedente el recurso extraordinario y deja sin efecto la sentencia apelada con costas ordenando que vuelva el expediente a la SCBA a fin que, por quien corresponda, se dicte un nuevo pronunciamiento con arreglo al presente en carácter de urgente. Pero decide mantener el dictado de la cautelar pues dice está "en juego el derecho humano al agua potable", "con base en los principios de prevención y precautorio" y "hasta tanto se cumpla con lo ordenado".

6. 6, Conclusiones de las jurisprudencias citadas

> "[…] la trascendencia que tiene la jurisprudencia, y más aún en materia ambiental donde muchos contenidos de las leyes que gobiernan la disciplina tienen antecedente directo en resoluciones de la justicia. El papel activo, dinámico de los magistrados ha sido preponderante en el crecimiento y consolidación de la disciplina. […] nos parece importante prestar atención a las noticias que desde la 'Corte ambiental' en los últimos tiempos hemos notado, las que no son aisladas sino que tienen como corolario la Acordada 1/2014 de creación de la Oficina Ambiental y que además, han quedado galvanizadas en la gestión de conflictos de enorme trascendencia para el país como la deforestación en Salta ('Salas') y la más reciente sentencia 'Kersich' con el desembarco y consolidación del derecho humano al acceso al agua potable.
> Del presente recorrido queda claro que estamos ante arenas –las judiciales– en las que se debate a pleno la conflictividad ambiental. La Corte ha dado durante años, y sigue dando, monumentales aportes que pujan por un derecho ambiental autónomo, expansivo"[59].

> "Los días por venir serán evidentemente desafiantes en la realidad, pero si algo es seguro, es que esa desafiante y vanguardista disciplina encontrará a la

[59] J. Esain, "Breve Reseña de la Jurisprudencia histórica en el derecho ambiental argentino" cit.

justicia como principal ariete de crecimiento y consolidación"[60].

7. Problemática con las causas ambientales

> "Cuando se piensa en el armado de una justicia ambiental, es decir, que el Poder Judicial cuente con un fuero especializado en derecho ambiental, así como lo hay en derecho penal, civil, comercial, laboral, etc., surge el problema de: ¿hay causas suficientes que justifiquen un fuero? Esta pregunta viene a colación de dos grandes instituciones"[61]:

1. Que, en Argentina, y más específicamente en cada provincia, al carecer de fiscalías ambientales, no hay organismo oficial que pueda caratular a una causa como ambiental, por lo tanto, se simplifica en términos civiles o administrativo. Por ejemplo, un daño ambiental por el cual la caratula podría ser "XX c/ XX s/ daño ambiental" termina siendo "XX c/ XX s /daños y perjuicios", por lo tanto, en la estadística no sería una causa ambiental.

2. El fuero propiamente dicho. Quien desea iniciar una acción, sabiendo claramente que su objeto y pretensión son ambientales, debe tener el derecho de acceder a una justicia especializada en el tema.

> "Por lo tanto la creación de un fuero ambiental va acompañada con el surgimiento de fiscalías ambientales para así poder nuclear las causas. Como así también, la capacitación de magistrados y demás personal que ocupe cargos en la justicia ambiental, es fundamental para lograr un fuero autónomo"[62].

8. Justicia ambiental en el mundo[63]

En derecho comparado también es posible apreciar la existencia de tribunales ambientales con competencia exclusiva para el conocimiento de causas ambientales,

[60] Ídem nota 55.
[61] H. Bibiloni, Clase posgrado especialización en Derecho Ambiental, Universidad de Belgrano, Ciudad A. de Buenos Aires, Argentina. 12/06/2015. Aula 5.4.
[62] Ídem nota 57.
[63] S. Coria "Acceso a la Justicia Ambiental". Ponencia 2/10/2015 en el 14º Encuentro Internacional de Derecho Ambiental, cit.

así como la utilización de mecanismos alternativos o colaborativos que no comprenden una revisión jurisdiccional del conflicto ambiental, sino sistemas de negociación que tienen como objeto acercar las posiciones de las partes en conflicto para que sean ellas mismas quienes determinen la forma de resolverlo.

- Costa Rica: goza de un Tribunal Ambiental Administrativo (TAA): es un órgano desconcentrado del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). Los objetivos principales del Tribunal son: prevenir, establecer, compensar y sancionar por daños al medio ambiente, dicho accionar a través de los procedimientos administrativos que están contenidos en la Ley General de la Administración Pública.

El Tribunal se encuentra facultado para «conocer y resolver en sede administrativa, de oficio o por denuncia, todas las violaciones contra la legislación tutelar del ambiente y los recursos naturales, que cometan personas físicas o jurídicas, públicas y privadas.

Así, frente a una violación, el Tribunal, mediante la aplicación del Procedimiento Ordinario Administrativo, emitirá una sentencia (norma jurídica individualizada) por la cual resolverá el conflicto.

- Guatemala: tiene una Fiscalía de Delitos contra el Ambiente del Ministerio Público

- El Salvador: tiene Tribunales Agroambientales.

- Honduras: en aplicación de la Ley General del Ambiente, tiene una Procuraduría del Ambiente que se encarga de atender los delitos ambientales.

- Nicaragua: tiene una Procuraduría para la Defensa del Ambiente y los Recursos Naturales en aplicación de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.

- República Dominicana: cuenta con una Procuraduría General de Medio Ambiente que se encuentra facultada para aplicar la normatividad ambiental (Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales).

- Colombia: con un Ministerio de Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo

Territorial, encargado de los asuntos ambientales y agrarios, asimismo, se ha delegado en los tribunales judiciales agrarios la facultad de atender los asuntos ambientales.

- Brasil: tiene una situación distinta de los demás países de América Latina. Después de las Leyes 6938 y 7347 y de la reforma de la Constitución en 1988, la protección ambiental pasó a tener un gran estímulo. Después de la creación del Consejo Nacional del Medio Ambiente, CONAMA, la responsabilidad por daño ambiental obtuvo más importancia dentro del marco jurídico con la Ley 9.605 del 12 de febrero de 1998, sobre las sanciones penales y administrativas derivadas de las conductas y actividades que dañan el ambiente.

- Venezuela: además de tener una Ley Orgánica del Ambiente que establece el manejo de las actividades que pueden dañar al ambiente, tiene una Ley Penal Ambiental. La vía penal permite con la penalización de conductas asegurar la protección extrema del medio ambiente.

- Canadá: no tiene un Tribunal Ambiental a nivel nacional. Sin embargo, la provincia de Ontario tiene uno. El "Environmental Review Tribunal" (Tribunal de revisión ambiental), es un tribunal cuasi-judicial, independiente e imparcial en la aplicación de la legislación provincial. El Tribunal tiene audiencias públicas sobre los recursos de apelación de las decisiones relativas a la entrega, modificación o revocación de una autorización, licencia o permiso.

Cuenta con los denominados Medios Alternativos de Solución de Conflictos (MASC) dentro de los cuales se encuentra el proceso de la mediación, éste último medio es con frecuencia empleado para solucionar las controversias ambientales.

Los MASC son empleados por tribunales administrativos creados en cada provincia en virtud de legislación ambiental.

Seis tribunales en Canadá emplean algún Medio Alternativo de Solución de Conflictos Ambientales: El Tribunal de Apelación Ambiental de Alberta, La Junta del Medio Ambiente de Manitota, La Junta de Apelación de Evaluación del Impacto Ambiental de Ontario, La Junta de Energía de Ontario, La Junta de Audiencias Públicas Ambientales de y la Junta de Evaluación Ambiental de Nueva Escocia.

- Pakistán: Existen cuatro tribunales ambientales en Pakistán que tienen

aplicación bajo la Ley sobre la Protección del Medio Ambiente. Los tribunales de Lahore, Karachi, Peshawar y Quetta, ofrecen a la población varios recursos para llevar asuntos ambientales.

- India: el Tribunal Ambiental y de Derechos Humanos. A través de los años, el Tribunal ha adquirido un cierto prestigio y ha impulsado un cambio en la sociedad gracias a una mejor transparencia y administración.

- Nueva Zelanda: existe una Corte de Medio Ambiente. Este tribunal se caracteriza por ser itinerante, es decir, que cada vez que se presente un problema ambiental, los jueces se mueven para emitir una norma jurídica individualizada.

- Australia: podemos observar una iniciativa de justicia ambiental más completa, pues cuenta con el "Tribunal de Tierras y Medio Ambiente", que se localiza en la ciudad de Sydney. La jurisdicción es ejercida por cinco jueces, nueve asesores técnicos, dos secretarios y algunos asesores aborígenes. La creación de tal tribunal hizo que la gente esté más al pendiente de los asuntos ambientales, mientras que la integración heterogénea del tribunal permite una comprensión más amplia del asunto, es decir, que de esta forma es más fácil tener en cuenta los distintos puntos de vista.

- Suecia: tiene cinco Cortes Ambientales. El deber principal de las Cortes es promover la aplicación del Código Ambiental. Las cinco Cortes Regionales Ambientales tienen que ver con asuntos relacionados con agua, operaciones ambientales, daños y la reparación de estos. La Corte Suprema es la última instancia que tiene jurisdicción para resolver un caso.

- México: cuenta con diversas autoridades ambientales tanto a nivel federal como a nivel local. Por parte del Gobierno Federal se cuenta con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), quienes cuentan con una representación en cada Estado, por medio de una Delegación. Por su parte, la Procuraduría General de la República (PGR) tiene una Fiscalía Especializada en Delitos contra el Ambiente. A nivel local cada Estado cuenta con una Secretaría de Medio Ambiente o en su caso, una Comisión, Consejo, Agencia o Instituto de Medio Ambiente. Algunos estados –específicamente 6 estados y el Distrito Federal- cuentan con una Procuraduría Ambiental. Por otra parte, dentro de sus Procuradurías suelen tener una sección para atender a los delitos ambientales.

9. Proyecto de ley: Creación de fueros ambientales en el ámbito de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires

A continuación, transcribimos el proyecto de ley presentado en el mes de septiembre de 2015 en la legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, para la creación de fueros ambientales en la órbita de la ciudad[64].

Proyecto de ley – Creación de Fueros Ambientales en el ámbito de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires – septiembre 2015

Titulo primero: de la creación
Titulo segundo: de la competencia
Titulo tercero: de la acción
Titulo cuarto: de la legitimación
Titulo quinto: del juez
Titulo sexto: de la prueba
Titulo séptimo: del proceso
Título octavo: de las resoluciones
Titulo noveno: de la ejecución de sentencia
Titulo décimo: de la caducidad de instancia
Titulo Undécimo: modifíquese Fundamentos

*****

Titulo Primero De la creación

Art. 1º. Créase en el Poder Judicial de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, el "Fuero Ambiental", con competencia en todas las causas que versen sobre hechos que comprometen el patrimonio ambiental particular y estatal en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, y con las atribuciones que establezca la presente ley.

Art. 2°. Créase en el ámbito del Poder Judicial de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, y en el Fuero Ambiental, los Tribunales de Primera Instancia Ambiental.

[64] Proyecto de ley - autoría propia. Maxilimiano Macaluse, abogado. Ciudad A. de Buenos Aires. Septiembre de 2015.

Art. 3°. Los Tribunales de Primera Instancia Ambiental de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires estarán integrado por dos (2) jueces letrados y un (1) juez profesional de otra actividad interrelacionada con el ambiente, un (1) secretario/a, dos (2) prosecretario/a coadyuvantes, dos
(2) prosecretario/a administrativos y empleados necesarios. En función del índice de litigiosidad que se presenten en estos Juzgados, el Consejo de la Magistratura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires podrá disponer la creación de otras secretarías.

Art. 4°. Las Cámaras de Apelaciones en lo ambiental de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires estarán integradas por dos (2) salas, compuestas con tres (3) jueces y un (1) secretario/a cada una y cinco (5) empleados necesarios. En función del índice de litigiosidad que se presenten en las Cámaras de Apelaciones, el Consejo de la Magistratura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires podrá disponer la creación de otras secretarías.

Art. 5º. Los/as jueces/zas de los Tribunales de Primera Instancia Ambiental son designados/as y removidos/as de conformidad con los procedimientos previstos en la Constitución de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Art. 6º. Para ser designado Juez/a se requieren cumplimentar los requisitos fijados por la ley N. 7 art. 9.

Art. 7º. Los miembros de los Tribunales de Primera Instancia Ambiental de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires serán inamovibles y conservarán sus cargos mientras dure su buena conducta y su idoneidad.

Art. 8º. El horario de atención al público de los Juzgados Ambientales, es fijado por el Consejo de la Magistratura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Titulo Segundo De la competencia

Art. 9º. La Justicia Ambiental es competente en:
a) Los hechos fundados en los casos relativos al deterioro ambiental.
b) Las denuncias por daño temido de peligro ambiental.
c) El dictado de medidas cautelares urgentes y provisorias para evitar daños ambientales.
d) Las acciones de recomposición del ambiente.
e) Todo otro hecho donde se encuentre comprometido el ambiente de la Ciudad

Autónoma de Buenos Aires, sin perjuicio de las limitaciones impuestas en el artículo 8° de la ley nacional 24.588.
f) Cuestiones urbano ambientales
g) La protección del patrimonio cultural.

Estos juzgados serán también competentes en toda futura delegación de jurisdicción y competencia por parte del Estado Nacional en materia ambiental.

Art. 10°. Las Cámaras de Apelaciones en lo Ambiental, tendrán competencia como tribunal de alzada contra las sentencias que dicten los Juzgados de Primera Instancia Ambiental. Los recursos que se deduzcan deben ser fundados y sustanciados en primera instancia y se elevarán a la Cámaras, quienes se pronunciarán sobre su admisibilidad.

Las resoluciones de las Cámaras de Apelaciones en los Ambiental, pueden ser recurridas ante el Tribunal Superior de Justicia de la Ciudad Autónoma de Buenos aires, mediante recurso fundando.

Art. 11°. El Tribunal de primera instancia ambiental funcionará con un (1) juez instructor del proceso judicial y los dos (2) jueces restantes como Tribunal de alzada de la actividad del instructor.

Titulo Tercero De la acción

Art. 12°. La acción se iniciará ante el Tribunal de primera instancia ambiental en forma escrita –demanda, amparo; acción colectiva–, adjuntando toda la prueba documental que se intentare hacer valer.

Art. 12° bis. En los casos en que el daño o la situación de peligro sea consecuencia de acciones u omisiones de particulares, el afectado, el defensor del pueblo y/o las asociaciones que propendan a la protección del ambiente podrán acudir directamente ante los tribunales ordinarios competentes ejercitando:
a) Acción de protección a los fines de la prevención de los efectos degradantes que pudieran producirse;
b) Acción de reparación tendiente a restaurar o recomponer el ambiente y/o los recursos naturales ubicados en el territorio provincial, que hubieren sufrido daños como consecuencia de la intervención del hombre.

Art. 12° ter. El trámite que se imprimirá a las actuaciones será el correspondiente al juicio sumarísimo. El accionante podrá instrumentar toda la prueba que asista a sus derechos, solicitar medidas cautelares, e interponer todos los recursos correspondientes.

Art. 13°. La demanda será redactada en idioma nacional. Indicando:
a) El nombre y domicilio del demandante.
b) El nombre y domicilio del demandado.
c) La cosa demandada, designándola con toda exactitud.
d) Los hechos en que se funde, explicados claramente.
e) El derecho expuesto sucintamente, evitando repeticiones innecesarias.
f) La petición en términos claros y positivos.

La demanda deberá precisar el monto reclamado, salvo cuando al actor no le fuere posible determinarlo al promoverla, por las circunstancias del caso, o porque la estimación dependiera de elementos aún no definitivamente fijados y la promoción de la demanda fuese imprescindible para evitar la prescripción de la acción. En estos supuestos, no procederá la excepción de defecto legal.

La sentencia fijará el monto que resulte de las pruebas producidas.

Art. 14° bis. Las denuncias por contravenciones son recibidas por el o la Fiscal, y por la autoridad encargada de la prevención. Se labra acta de denuncia con todos sus pormenores.

Art. 15°. El amparo será por escrito y contendrá:
a) El nombre, apellido y domicilios real y constituido del accionante;
b) La individualización, en lo posible, del autor del acto u omisión impugnados;
c) La relación circunstanciada de los extremos que hayan producido o estén en vías de producir la lesión del derecho o garantía constitucional;
d) La petición, en términos claros y precisos.

Art. 16º. Una vez iniciada la acción, se dará traslado en forma inmediata a la Fiscalía Ambiental de turno y al demandado, fijándose una audiencia de conciliación, si correspondiere, dentro de un plazo no mayor a veinte (20) días hábiles de la interposición de la misma. El demandado deberá ser notificado con no menos de cinco (5) días hábiles de anticipación a la audiencia de conciliación.

Art. 17º. En la notificación de traslado de la demanda se hará saber al demandado:
a) Objeto de la pretensión;
b) La prueba ofrecida;
c) El Tribunal ambiente que intervendrá y el plazo para su recusación;
d) El o la Fiscal competente.
e) Que las actuaciones se encuentran a disposición para su vista;
f) La fecha de la audiencia de conciliación;
g) Que, en caso de no comparecer, se podrá requerir su presencia mediante la fuerza pública.
h) Plazo para contestar la demanda., oponer las defensas que tuviere, aportar la prueba instrumental y ofrecer la restante.
j) Si el demandado es el Estado nacional, una Provincia o una municipalidad, el plazo de contestación de demanda será de 60 días hábiles.

Art. 18º. El notificador debe extremar los recaudos para lograr que la diligencia se cumpla eficazmente. Si no encontrare a persona alguna en el domicilio denunciado, debe recabar informes en el vecindario para establecer con certeza que el demandado se domicilia en ese lugar, y en tal caso, debe fijar en la puerta del inmueble o unidad funcional la notificación correspondiente.

En todos los casos debe dejarse constancia, en el acto de la diligencia, de las averiguaciones practicadas, detallando nombre, número de documento y domicilio de las personas consultadas.

Art. 19º. La comparecencia espontánea del citado suplirá la falta o resolverá la nulidad de la notificación.

Titulo Cuarto De la Legitimación

Art. 20º. Están legitimadas para actuar: toda persona agraviada concretamente o por todo afectado, en un grado menor o potencial, presente o futuro; el defensor del pueblo de la CABA; el ministerio público fiscal, personas jurídicas –públicas o privadas– mediante sus representantes; y las organizaciones de la sociedad civil que propendan a la protección del ambiente y se encuentren debidamente registradas.

Art. 21°. Las personas del artículo anterior tendrán derecho a constituirse en parte actora y como tal impulsar el proceso, proporcionar elementos de convicción, argumentar sobre ellos y recurrir con los alcances que en esta ley se establezca.

Cuando se trate de un incapaz, actuará por él su representante legal.

Titulo Quinto Del Juez

Art. 22º. Es deber del juez:
a) Dirigir el procedimiento.
b) Instar a las partes, en cualquier estado del proceso, a la conciliación.
c) Ordenar las notificaciones.
d) Tomar personalmente las audiencias, bajo pena de nulidad.
e) Impulsar de oficio el procedimiento.
f) Prevenir y sancionar todo acto contrario al deber de lealtad, probidad y buena fe.
g) Mantener la igualdad de las partes en el proceso.
h) Solicitar toda la información que considere conducente para la resolución del conflicto.
i) Dictar sus resoluciones conforme a los hechos de la causa y a la normativa vigente.
j) Realizar todo aquello que le compete acorde a lo establecido en el artículo 32 y siguientes de la ley general del ambiente 25.675.

Art. 23º. Para mantener el buen orden y decoro, el juez puede:
a) Excluir de las audiencias a quienes perturben indebidamente su curso.
b) Requerir medidas disciplinarias al organismo competente respecto de los profesionales actuantes.
c) Requerir el auxilio de la fuerza pública.
d) Decidir excepcional y fundadamente la celebración de las audiencias en forma privada.
e) Sancionar la temeridad o malicia en que hubiesen incurrido los litigantes o sus letrados, en oportunidad de dictar sentencia.

Art. 24º. El Juez, aún de oficio, puede:
a) Tomar medidas tendientes a evitar la paralización del proceso.
b) Ordenar las diligencias necesarias para esclarecer la verdad de los hechos.
c) Ordenar el archivo de los expedientes.
d) Disponer en cualquier momento la comparencia de las partes, testigos, peritos y demás personas vinculadas al proceso.
e) Aplicar las multas y demás sanciones contempladas en las leyes, promoviendo de oficio su ejecución.
f) Imponer sanciones pecuniarias progresivas y compulsivas tendientes a que las

partes cumplan sus mandatos.
g) Efectuar las denuncias penales cuando corresponda el caso.
h) Rechazar "in limine" las demandas que no se ajusten a las reglas establecidas.

Art. 25º. El Juez deberá excusarse en la primera oportunidad en que pudiera hacerlo cuando se encontrare comprendido en alguna de las siguientes causales:
a) Tener parentesco por consanguinidad dentro del cuarto grado y segundo de afinidad con alguna de las partes, sus mandatarios o letrados.
b) Tener interés propio, de sus consanguíneos o afines dentro del grado expresado en el inciso anterior, en el pleito o en otro semejante, o sociedad o comunidad con alguno de los litigantes, mandatarios o letrados, salvo que la sociedad fuese anónima.
c) Tener o haber tenido pleito con alguno de los litigantes o sus letrados.
d) Ser acreedor, deudor o fiador de alguna de las partes, con excepción de bancos oficiales.
e) Haber recibido beneficios de importancia de alguna de las partes.
f) Tener con alguno de los litigantes amistad que se manifieste por gran familiaridad o frecuencia en el trato, u enemistad, odio o resentimiento que se manifieste por hechos conocidos.

Art. 26°. Sólo procederá la recusación con causa por las causales enumeradas en el artículo anterior. El actor sólo podrá ejercer esta facultad al entablar la demanda, momento en el cual se le harán conocer los jueces que intervendrán, y el demandado dentro de los tres (3) días de notificada la primera providencia. Si la causal de recusación fuere sobreviniente sólo podrá hacerse valer dentro del tercer día de haber llegado a conocimiento del recusante. No se admitirá la recusación sin causa.

Art. 27º. En caso de ausencia, licencia, vacancia, excusación o recusación, o cualquier otro impedimento de un Juez, éste será reemplazado transitoriamente por otro Juez Ambiental, de acuerdo al mecanismo que establezca el Consejo de la Magistratura, de conformidad con la facultades reglamentarias que le acordara la Constitución de la Ciudad.

Titulo Sexto De la prueba

Art. 28º. Son medios probatorios válidos para ser utilizados por cualquiera de las partes, la prueba documental, informativa, testimonial, pericial y toda aquella que resulte innovadora y creativa ya sea por el uso de sistemas digitales y/o

informáticos, o cualquier otro medio fehaciente necesario para impulsar el proceso

Art. 29º. La prueba documental en poder de las partes debe acompañarse con el escrito de inicio o contesta la demanda. Los documentos de las partes en poder de terceros, deben indicarse al Juez.

Art. 30º. Los informes que se soliciten a las oficinas públicas, escribanos con registro y entidades privadas, deben versar sobre hechos concretos, claramente individualizados y controvertidos en el proceso. Proceden únicamente respecto de actos o hechos que resulten de la documentación, archivo o registros del informante. Asimismo, puede requerirse a las oficinas públicas, la remisión de expedientes, testimonios o certificados, relacionados con el proceso. No es admisible el pedido de informes que manifiestamente tienda a sustituir o ampliar otro medio de prueba específico. Cuando el requerimiento resulte procedente, el informe o remisión del expediente sólo puede ser negado si existiese justa causa de reserva o de secreto, circunstancia que debe ponerse en conocimiento del Juez, dentro del quinto (5to) día de solicitado. Las oficinas públicas y las entidades privadas deben contestar el pedido de informes o remitir el expediente, dentro de los cinco (5) días hábiles, salvo que la providencia que lo ordene hubiere fijado otro plazo en razón de circunstancias especiales. El juez puede aplicar sanciones conminatorias progresivas en el supuesto de atraso injustificado en la contestación de los informes. Dicha decisión es inapelable.

Art. 31º. Cuando se provea la producción de una pericia, el Juez debe requerir a la dependencia de la Ciudad idónea en la materia la realización del pertinente dictamen. La Ciudad puede celebrar a tales efectos convenios de cooperación con instituciones públicas o privadas. La dependencia requerida debe responder en el término que fije el Juez. En caso de incumplimiento se pueden imponer sanciones pecuniarias al responsable del organismo. Las partes no pueden designar consultor técnico.

Art. 32º. El dictamen pericial debe incorporarse a la causa al menos cinco (5) días antes de la celebración de la audiencia de juicio, debiendo quedar el expediente a disposición de las partes. El perito firmante debe comparecer a la audiencia de juicio a explicar sus conclusiones.

Art. 33º. El Juez puede disponer la recepción de informes y dictámenes por correo electrónico con firma digital. El secretario debe incorporar al expediente copias

certificadas de aquéllos.

Art. 34°. La clandestinidad de la actividad generará una presunción iuris tantum de la responsabilidad del demandado por daño ambiental.

Título Séptimo Del proceso

I) Disposiciones generales

Art. 35º. El procedimiento se rige por los principios de igualdad, celeridad, equidad, gratuidad, economía procesal, inmediatez y publicidad. El impulso del procedimiento es de oficio. No obstante, las partes pueden ofrecer al Tribunal el cumplimiento de diligencias que agilicen la marcha del proceso.

Art. 36º. Las partes deben asistir a las audiencias en forma personal, con letrado patrocinante matriculado. Pueden hacerlo mediante apoderado:
a) Las personas jurídicas, acreditando debidamente la personería invocada.
b) Las personas físicas domiciliadas a más de 50 kilómetros de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires
c) Por autorización expresa del Juzgado. En los supuestos de los incisos b) y c), las partes pueden extender acta-poder ante el Juzgado Ambiental, debiendo tener el apoderado facultades suficientes para convenir y conciliar.

Art. 37º. Las partes deben actuar bajo patrocinio letrado matriculado en la jurisdicción de la Ciudad. En caso de que alguna de las partes estuviese impedida de obtener los servicios de un letrado, el Juzgado deberá proveerle asistencia jurídica gratuita de alguna de las siguientes formas:
a) Por medio de la Defensoría Oficial.
b) Patrocinio jurídico gratuito por medio convenios con el Colegio Público de Abogados de la Capital Federal, para que, por sorteo designe letrados obligados a la representación; o bien con los Departamentos de Práctica Profesional de las Universidades.

Art. 38º. Cada comuna debe garantizar asesoramiento gratuito, a todo aquél que lo requiera, sobre el procedimiento ante este fuero, disponiendo a tales fines de espacio físico, personal capacitado y material informativo adecuado.

Art.39º. La actuación ante estos Juzgados no tributa tasa de justicia.

Art.40º. Las costas del juicio son soportadas por su orden.

Art. 41º. Todas las resoluciones se notifican los días martes y viernes, con excepción de la notificación de la denuncia, la fijación de las audiencias y la sentencia definitiva, que se hacen personalmente, por cédula, o por cualquier otro medio que asegure la debida comunicación fehaciente.

Art. 42º. Los plazos son perentorios e improrrogables salvo decisión fundada del Juez, en su caso, y se cuentan en días hábiles judiciales. Comienzan a correr desde el día siguiente a la notificación. En caso de ser comunes se computan a partir de la última practicada. Cuando por esta ley no se haya fijado otro plazo, se aplica el de tres días.

Art. 43º. El Juez puede de oficio o a pedido de parte en cualquier etapa del proceso disponer la aplicación, sin intervención de la otra parte, de medidas cautelares a fin de cesar el hecho u omisión que provoca o pueda provocar daño ambiental. Si el juez estima conveniente la fijación de una contracautela en favor de la parte afectada por la medida, ésta solo podrá ser juratoria. -

Art. 44°. En el ejercicio de sus funciones, el Juez podrá requerir la intervención de la fuerza pública y disponer todas las medidas que considere necesarias para el seguro y regular cumplimiento de los actos que ordene.

Art. 45°. Si en la comisión del daño ambiental colectivo, hubieren participado dos o más personas, o no fuere posible la determinación precisa de la medida del daño aportado por cada responsable, todos serán responsables solidariamente de la reparación frente a la sociedad, sin perjuicio, en su caso, del derecho de repetición entre sí para lo que el Juez interviniente podrá determinar el grado de responsabilidad de cada persona responsable.

En el caso de que el daño sea producido por personas jurídicas la responsabilidad se hará extensiva a sus autoridades y profesionales, en la medida de su participación.

Art. 46°. Todas las resoluciones adoptadas por las autoridades del Tribunal son susceptibles de ser recurridas por las partes.

Art. 47°. En el proceso judicial ambiental rige la inversión de la carga de la prueba.

Art. 48°. Los informes de organismos públicos poseen fuera de prueba pericial.

Art. 49°. La sentencia en el proceso judicial colectivo carece del efecto de cosa juzgada colectiva

Art. 50º. Se aplica en forma supletoria la ley general del ambiente 25.675 y el Código Procesal Civil y Comercial de la Nación.

II) De la audiencia de conciliación

Art. 51º. La audiencia de conciliación será conducida por el juez instructor. En caso de incomparecencia del demandado se reputarán verdaderos los hechos lícitos alegados en el reclamo inicial del actor, salvo convicción en contrario del Juez interviniente, quien podrá, de no juzgar necesaria la producción de prueba alguna, dictar sentencia inmediatamente.

En caso de incomparecencia del actor sin causa justificada, el demandado podrá peticionar que se lo tenga por desistido del reclamo, con imposición de costas y multas, o que continúe el trámite.

Art. 52º. El Juez que conduce la audiencia interrogará libremente a las partes y procurará avenirlas. De lograr esto, asentará el acuerdo por escrito y lo homologará, dotándolo de fuerza ejecutoria.

Art. 53º. Si no existen hechos controvertidos el Juez declara la causa de puro derecho. Solo en el mismo acto se podrá plantear y fundar la reconsideración de la declaración de puro derecho previo al dictado de sentencia.

Art. 54º. En el caso de que las partes lleguen a un acuerdo antes de la audiencia de preliminar, el compromiso suscripto por las mismas debe ser homologado por el Tribunal y tendrá fuerza ejecutoria. El Tribunal tiene facultades para controlar la 'legalidad' del acuerdo suscripto y, de considerarlo necesario, puede no homologarlo.

Art. 55º. En caso de no arribarse a un acuerdo conciliatorio, el demandado deberá contestar la demanda entablada dentro de los quince (15) días, oponer las defensas que tuviere, agregar la prueba instrumental y ofrecer la restante. Asimismo, en este acto el demandado podrá reconvenir. Cuando la parte demandada fuere la Nación,

una (1) provincia o una (1) municipalidad, el plazo para comparecer y contestar la demanda será de SESENTA (60) días.

Art. 56°. Propuesta la reconvención, o presentándose documentos por el demandado, se dará traslado al actor quien deberá responder dentro de quince (15) o cinco (5) días respectivamente, observando las normas establecidas para la contestación de la demanda en el Código Procesal Civil y Comercial de la Nación.

III) De la audiencia preliminar

Art. 57°. El Juez instructor citará a las partes a una audiencia preliminar, que presidirá, con carácter indelegable. Si el juez no se hallare presente no se realizará la audiencia, debiéndose dejar constancia en el libro de asistencia. En tal acto:
a) Fijará los hechos articulados que sean conducentes a la decisión del juicio sobre los cuales versará la prueba.
b) Recibirá la prueba confesional si ésta hubiera sido ofrecida por las partes. La ausencia de uno de todos los absolventes, no impedirá la celebración de la audiencia preliminar.
c) Proveerá en dicha audiencia las pruebas que considere admisibles y concentrará en una sola audiencia la prueba testimonial, la que se celebrará con presencia del juez dentro de los 15 (quince) días de celebrada esta audiencia. Esta obligación únicamente podrá delegarse en el secretario o en su caso, en el prosecretario letrado.
d) Si correspondiere, decidirá en el acto de la audiencia que la cuestión debe ser resuelta como de puro derecho con lo que la causa quedará concluida para definitiva.

Art. 58°. El período de prueba quedará clausurado antes de su vencimiento, sin necesidad de declaración expresa, cuando todas hubiesen quedado producidas, o las partes renunciaren a las pendientes

Art. 59°. El plazo de producción de prueba será fijado por el juez, y no excederá de treinta (30) días hábiles. Dicho plazo es común y comenzará a correr a partir de la fecha de celebración de la audiencia preliminar.

Art. 60°. Transcurrido el plazo fijado en el artículo anterior, el secretario, sin petición de parte, pondrá el expediente a despacho y el juez fijará la fecha de sentencia.

Título Octavo De las resoluciones

Art. 61°. Providencias simples: Las providencias simples sólo tienden, sin substanciación, al desarrollo del proceso u ordenan actos de mera ejecución. No requieren otras formalidades que su expresión por escrito, indicación de fecha y lugar, y la firma del/la juez/a o presidente/a del tribunal, o del/la secretario/a, o Prosecretario/a administrativo/a en su caso.

Art. 62°. Sentencias interlocutorias: Las sentencias interlocutorias resuelven cuestiones que requieren substanciación, planteadas durante el curso del proceso. Además de los requisitos enunciados en el artículo anterior, deben contener:
a) Los fundamentos.
b) La decisión expresa, positiva y precisa de las cuestiones planteadas.
c) El pronunciamiento sobre costas.

Art. 63°. Sentencias homologatorias: Las sentencias que recaigan en los supuestos de desistimiento, transacción o conciliación, se dictan en la forma establecida en los artículos 59 o 60, según que, respectivamente, homologuen o no el desistimiento, la transacción o la conciliación.

Art. 64°. Sentencia definitiva de primera instancia. Principios generales.
a) La sentencia definitiva de primera instancia debe contener:
c) La mención del lugar y fecha.
c) El nombre y apellido de las partes.
d) La relación sucinta de las cuestiones que constituyen el objeto del juicio.
e) La consideración, por separado, de las cuestiones a que se refiere el inciso anterior. 6) Los fundamentos y la aplicación de la ley.
f) La decisión expresa, positiva y precisa, de conformidad con las pretensiones deducidas en el juicio, calificadas según correspondiere por ley, declarando el derecho de los litigantes y condenando o absolviendo de la demanda y reconvención, en su caso, en todo o en parte.
g) El plazo que se otorgue para su cumplimiento, si es susceptible de ejecución.
h) El pronunciamiento sobre costas y la regulación de honorarios y, en su caso, la declaración de temeridad o malicia.
i) La firma del/la juez/a.

Las presunciones no establecidas por ley constituyen prueba cuando se funden en hechos reales y probados y cuando por su número, precisión, gravedad y

concordancia, produzcan convicción según la naturaleza del juicio. De conformidad con las reglas de la sana crítica.

La conducta observada por las partes durante la substanciación del proceso puede constituir un elemento de convicción corroborante de las pruebas, para juzgar la procedencia de las respectivas pretensiones.

La sentencia puede hacer mérito de los hechos constitutivos, modificativos o extintivos, producidos durante la substanciación del juicio y debidamente probados, aunque no hubiesen sido invocados oportunamente como hechos nuevos.

Art. 64° bis. Las sentencias que dicten los tribunales en virtud de lo preceptuado por este Capítulo, no harán cosa juzgada en los casos en que la decisión desfavorable al accionante, lo sea por falta de prueba.

Art. 65°. Sentencia definitiva de segunda o ulterior instancia: La sentencia definitiva de segunda o ulterior instancia debe contener, en lo pertinente, las enunciaciones o requisitos establecidos en el artículo 61.

Art. 66°. Monto de la condena al pago de frutos, intereses, daños y perjuicios: Cuando la sentencia contenga condena al pago de frutos, intereses, o daños y perjuicios, fija su importe en cantidad líquida o establece por lo menos las bases sobre las que haya de hacerse la liquidación.

La sentencia fija el importe del crédito o de los perjuicios reclamados, siempre que su existencia esté legalmente comprobada, aunque no resultare justificado su monto. Si por no haber hecho las partes estimación de los frutos o intereses, no fuese posible lo uno ni lo otro, se los determina por vía incidental.

Art. 67°. Actuación del Tribunal posterior a la sentencia.
a) Pronunciada la sentencia, concluye la competencia del tribunal respecto del objeto del juicio y no puede sustituirla o modificarla. Le corresponde, sin embargo:
b) Ejercer de oficio, antes de la notificación de la sentencia, la facultad de corregir, errores materiales, aclarar conceptos oscuros, o suplir cualquier omisión de la sentencia acerca de las pretensiones discutidas en el litigio, siempre que la enmienda, aclaración o agregado no altere lo substancial de la decisión. Los errores puramente numéricos pueden ser corregidos aún durante el trámite de ejecución de sentencia.

c) Corregir, a pedido de parte, formulado dentro de los tres días de la notificación y sin substanciación, cualquier error material; aclarar algún concepto obscuro, sin alterar lo substancial de la decisión y suplir cualquier omisión en que hubiese incurrido sobre alguna de las pretensiones deducidas y discutidas en el litigio.
d) Ordenar, a pedido de parte, las medidas precautorias que fueren pertinentes.
e) Disponer las anotaciones establecidas por la ley y la entrega de testimonios.
f) Proseguir la substanciación y decidir los incidentes que tramiten por separado.
g) Resolver acerca de la admisibilidad de los recursos y substanciar los que se concedan en relación.
h) Ejecutar oportunamente la sentencia.

Art. 68°. Demora en pronunciar sentencia: Si la sentencia definitiva no pudiere ser pronunciada dentro del plazo legal, el tribunal debe hacerlo saber al Consejo de la Magistratura, con anticipación de diez (10) días al del vencimiento de aquél, expresando las razones que determinen la imposibilidad.

Si considerare atendible la causa invocada, el Consejo de la Magistratura señala el plazo en que la sentencia debe pronunciarse, el que no puede exceder del equivalente a la mitad del plazo original, por el mismo juez/a o tribunal, o por otro/a del mismo fuero cuando circunstancias excepcionales así lo aconsejaren.

A1 juez/a que no haya remitido oportunamente la comunicación a que se refiere el primer párrafo, o que habiéndolo hecho, sin causa justificada no pronunciare la sentencia dentro del plazo que se le haya fijado, se le puede imponer una multa que no puede exceder del quince por ciento (15 %) de su remuneración básica, y la causa puede ser remitida, para sentencia, a otro juez/a del mismo fuero.
Si se produjere una vacancia prolongada, el Consejo de la Magistratura debe disponer la distribución de expedientes que estime pertinente.

Art. 69°. Responsabilidad: La imposición de la multa establecida en el artículo anterior lo es sin perjuicio de la responsabilidad penal o civil, o de la sujeción del/la juez/a a otros procedimientos, si correspondiere.

Art. 70°. La sentencia firme posee efecto erga omnes.

Titulo Noveno
De la ejecución de sentencia

Art. 71°. Quien resulte condenado por sentencia firme o se haya obligado por un acuerdo homologado judicialmente, deberá acreditar en forma fehaciente el cumplimiento de la condena u obligación ante la Fiscalía o el mismo Juzgado Ambiental que intervino.

Art. 72° Vencido el plazo fijado para el cumplimiento de la sentencia sin que esta haya sido cumplida, la parte interesada podrá presentarse ante el mismo Juzgado que intervino solicitando la ejecución de la sentencia o del acuerdo homologado.

Art. 73°. Para la ejecución de sentencia se utilizará las normas del Código Procesal Civil y Comercial de la Nación.

Titulo Décimo
De la caducidad de instancia

Art. 74°. Se producirá la caducidad de instancia cuando no se instare su curso dentro de los siguientes plazos:
a) De seis meses, en primera o única instancia.
b) De tres meses, en segunda o tercera instancia y en cualquiera de las instancias en el juicio sumarísimo, en el juicio ejecutivo, en las ejecuciones especiales y en los incidentes.
c) En el que se opere la prescripción de la acción, si fuere menor a los indicados precedentemente.
d) De un mes, en el incidente de caducidad de instancia.

La instancia se abre con la promoción de la demanda aunque no hubiere sido notificada la resolución que dispone su traslado y termina con el dictado de la sentencia.

Art. 75°. Los plazos señalados en el artículo anterior se computarán desde la fecha de la última petición de las partes, o resolución o actuación del juez, secretario u oficial primero, que tenga por efecto impulsar el procedimiento; correrán durante los días inhábiles salvo los que correspondan a las ferias judiciales.

Para el cómputo de los plazos se descontará el tiempo en que el proceso hubiere

estado paralizado o suspendido por acuerdo de las partes o por disposición del juez, siempre que la reanudación del trámite no quedare supeditada a actos procesales que deba cumplir la parte a quien incumbe impulsar el proceso.

Art. 76°. En los casos donde el impulso de ciertas medidas o actos procesales sea carga exclusiva de la parte actora, la/s parte/s demandadas podrán solicitar la caducidad de instancia. La petición deberá formularse antes de consentir el solicitante cualquier actuación del tribunal posterior al vencimiento del plazo legal, y se substanciará previa intimación por única vez a las partes para que en el término de cinco (5) días manifiesten su intención de continuar con la acción y produzcan la actividad procesal útil para la prosecución del trámite, bajo apercibimiento en caso de incumplimiento, de decretarse la caducidad de instancia.

Art. 77°. En los procesos colectivos no rige la caducidad de instancia. El impulso del mismo está a cargo del Tribunal de primera instancia ambiental.

Titulo Undécimo Modifíquese

Art. 78°. Modifíquese el inciso 5° del artículo 7° de la ley 7° (BOCBA N° 405 del 15/03/98) que quedará de la siguiente manera: "*El Poder Judicial de la Ciudad de Buenos Aires es ejercido por: (...) 5° Los Juzgados de Primera Instancia:*
a. en lo Civil,
b. en lo Comercial,
c. del Trabajo,
d. en lo Penal, Contravencional y de Faltas
e. en lo Contencioso Administrativo y Tributario,
f. de Menores;
g. de Ejecución y Seguimiento de Sentencia.
h. en lo ambiental"

Art. 79º. Incorpórese al artículo 23 bis de la Ley Nº 21 (BOCBA 450 del 20/05/1998), el siguiente párrafo: *"El Ministerio público ante los Juzgados Ambientales está conformado por un (1) fiscal distribuido en una (1) fiscalía. El fiscal General establece los criterios de actuación de los mismos y cuando razones fundadas lo justifiquen, podrá determinar las zonas o distritos donde este deba actuar".*

Art. 80°. Toda mención en esta Ley a formularios, notificaciones, actas o registros

deberá entenderse con independencia del soporte en el que consten. La desgrabación o traslado a soporte papel será a costa de las partes. En cualquier caso, se deberá garantizar la conservación de dichos documentos por el plazo que corresponda, a la vez que la integridad, confidencialidad e inalterabilidad de la información contenida en ellos.

Art. 81º. Hasta que opere la transferencia total de la competencia del ámbito nacional al de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, los Juzgados Ambientales creados entenderán en aquellas materias efectivamente transferidas mediante convenio por el Jefe de Gobierno y el Gobierno Nacional, que hagan a la competencia que esta ley les asigna.

Art. 82°. El personal administrativo de los Juzgados Ambientales será incorporado según como lo establezca el Consejo de la Magistratura, asimismo puede disponer la transferencia de recursos humanos de otros fueros y celebrar con los otros poderes convenios tendientes a los mismos fines, con el objeto de facilitar la organización de los Juzgados Ambientales.

Art. 83°. Comuníquese, etc.

*

De los fundamentos

La creación de fueros ambientales en el ámbito de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires es una necesidad imperiosa para la justicia y para cada una de las personas. El derecho a acceder a una justicia impartial, imparcial e independiente que opere las normativas ambientales provoca que los litigios sean resueltos por magistrados especializados en la materia ambiental y así otorgar mayor seguridad jurídica, predictibilidad en las decisiones y una adecuada jurisprudencia.

La especial naturaleza preventiva del Derecho Ambiental influye sobre la estructura y función del proceso judicial, provocando una necesidad de redefinición del mismo. Los principios “preventivo” y “precautorio” establecidos en la Ley General del Ambiente N. 25.675, son básicos y esenciales del Derecho Ambiental, dándole una impronta que lo distingue del resto de las disciplinas clásicas del Derecho. Los plazos en dicha rama jurídica corren de manera diferente por lo que las soluciones deben ser expeditas y rápidas. Por lo tanto, se entiende que debe ser un

juez con amplias facultades y que impulse el proceso de oficio. También es destacable entre las particularidades de la materia la posibilidad de modificar las reglas de la carga de la prueba, así como una presunción "pro-ambiente" impuesta por el principio precautorio.

Debe considerarse la gratuidad en este tipo de procesos judiciales, debido a la prioridad al tratamiento de las causas que versen sobre derechos fundamentales, como la salud, la vida y el ambiente, por encima de las que traten cuestiones patrimoniales.

La Ciudad Autónoma de Buenos Aires eleva su calidad de justicia e innova en una materia que cada vez tiene mayor relevancia en Argentina como en el mundo. En nuestro país del Derecho Ambiental comenzó a tener relevancia desde su introducción en el año 1994 luego de la reforma de la Constitución Nacional. A nivel mundial la preocupación por el medio ambiente se originó mucho antes. En 1972 en la Cumbre de Estocolmo declaró formalmente el derecho humano a un ambiente sano adecuado para vivir en dignidad y bienestar y el consecuente deber de protegerlo y mejorarlo. Luego el convencionalismo continuo a través de: 1982 Cumbre Mundial de la Naturaleza, 1987 Informe Brundtland, 1992 Cumbre de la Tierra - Rio de Janeiro - "Eco-Rio", 2002 Cumbre de la Tierra de Johannesburgo, etc. Además, nuestra legislación cuenta con numerosos tratados internacionales con jerarquía constitucional en materia ambiental.

Por todo lo expuesto, se considera adecuado y necesario un fuero ambiental en la justicia de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires para así poder nuclear todas las controversias ambientales, ya sean individuales o colectivas, en un ámbito judicial adecuado y especializado en el tema.

10. Conclusiones

En Argentina el Derecho Ambiental está creciendo a pasos agigantados. Las legislaciones locales, provinciales y nacionales buscan abordar las problemáticas de la forma más completa posible y, regular diversos aspectos ambientales tanto en sentidos amplios como específicos. Esto no quiere decir que las normas sean perfectas o que está todo amparado por la ley; el derecho siempre corre de atrás a la realidad, y uno de esos "atrasos" en la carencia de una ley que cree una justicia ambiental.

Por su parte hemos visto que la jurisprudencia ha encontrado en la Corte Suprema de Justicia de la Nación una justicia comprometida con el ambiente a lo largo del paso del tiempo con diversos fallos y con sus últimas acordadas. La CSJN interpretó en sus fallos un derecho autónomo, expansivo y en plena consolidación en el mundo jurídico, abriendo la puerta al crecimiento de una justicia especializada en temas ambientales.

En cuanto a la doctrina, encontramos numerosos autores que se avocan cada vez más a tratar temas ambientales. Desde simples publicaciones, hasta seminarios internacionales, sin olvidar la escritura de tratados y la puesta en discusión de temas nuevos según los problemas actuales; uno de ellos, la justicia ambiental.

Por lo tanto, tenemos los "tres pilares": legislación, justicia y doctrina, preocupados y ocupados por la justicia ambiental. Ciertos países ya están un paso más adelante y se encuentran sumergidos en el mundo del "fuero ambiental", mientras que Argentina, comotantos otros Estados, están comenzando a impregnarse en hacer realidad una justicia ambiental.

A lo largo del trabajo plasmamos diversos argumentos para fundamentar la necesidad imperiosa de crear una justicia especializada en temas ambientales; ahora concluyendo dicha labor, ratificamos todo lo expresado considerando que un fuero ambiental otorgará un mejor acceso a la justicia.

Prácticamente cada rama en la que se diversifica el derecho argentino, cuenta con un fuero especializado. La relevancia que está tomando el derecho ambiental a merita contar con magistrados y personal únicos en derecho ambiental.

Se debe pensar en una justicia local atento la característica del derecho ambiental. Es decir, cada provincia debe atender sus necesidades ambientales con su propia justicia, obedeciendo los requerimientos suscitados en cada lugar.

Por todo lo expuesto consideramos que el fuero ambiental debe ser una realidad en cada una de las provincias argentinas y en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, así se elevará la calidad de justicia, se le dará mayor autonomía al derecho ambiental, mayor seguridad jurídica a las causas ambientales y las pruebas serán pro ambiente.

ESTUDIOS DE CASOS

Terremotos y edificios en Venezuela (Siglos XVII-XII)

Alejandra Leal Guzmán

Introducción

Inesperados e incontrolables, los sismos sentidos y destructores, se cuentan entre los fenómenos naturales que más rápidamente desorganizan la cotidianidad de las sociedades afectadas. Por una parte, la irrupción de un sismo destructor impone las consabidas labores de rehabilitación como retirar los escombros, demoler las ruinas, reparar lo que haya quedado en pie y reconstruir lo que no. Por la otra, los terremotos siempre han suscitado la necesidad de precaverse contra sus efectos, ya sea reforzando los edificios, trazando calles más anchas que favorezcan la huida de los habitantes, dejando suficientes espacios libres en la ciudad o escogiendo nuevos asentamientos que se consideren menos peligrosos. Así pues, la preocupación por diseñar e implementar tipologías constructivas que resistan los temblores, así como también la compresión de la relación existente entre los daños por terremoto y la calidad y adecuación de las construcciones se puede encontrar, invariablemente, en la amplia y variada documentación referida a los sismos históricos ocurridos en todo el mundo.

En tal sentido, el propósito de este trabajo es presentar y analizar los registros históricos que dan cuenta de la evolución del razonamiento técnico sobre sistemas constructivos y terremotos en Venezuela, a lo largo de tres siglos. Toda la documentación aquí reseñada ha sido compilada en el marco de las investigaciones históricas que se realizan en la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), con el fin de documentar los diversos aspectos de la sismicidad nacional. Por consiguiente, la metodología utilizada corresponde a una investigación histórico-interpretativa: se ha realizado una revisión minuciosa de fuentes primarias y secundarias, se han exhumado diversos registros escritos referidos a los sismos históricos ocurridos en Venezuela y se ha examinado su contenido prestando particular atención a las descripciones de los daños sufridos por los edificios y a las reflexiones en torno al comportamiento sísmico de aquellos.

Hacia un pensamiento sismorresistente

Analizar la relación entre terremotos y edificios constituye una cuestión de gran complejidad pues los efectos de los sismos sobre las construcciones dependen de varios factores que se articulan entre sí. Los daños ocasionados por un terremoto no se deben sólo a la fuerza de éste, sino que es necesario considerar variables como las condiciones del suelo, la articulación estructural y no estructural de los edificios, su morfología, el tipo de fundaciones, las técnicas constructivas originales, la calidad de la técnica y de los materiales, las modificaciones que ha sufrido el edificio a través del tiempo y también el estado de conservación y de mantenimiento que presentan[1]. Los terremotos ponen en evidencia tanto las fortalezas como las debilidades de los sistemas constructivos utilizados en un momento y un lugar determinados, y obligan a los agentes urbanos, entendidos como aquellos actores técnicos y políticos que tienen injerencia directa y decisiva en la configuración de la ciudad, a reflexionar sobre la resistencia sísmica de los edificios y a proponer soluciones constructivas adecuadas para zonas sísmicas, conformando así un auténtico **pensamiento sismorresistente** que ha evolucionado históricamente. El término sismorresistencia hace referencia a aquellas edificaciones que están diseñadas y construidas de manera que puedan resistir los efectos de un sismo sin sufrir daños severos o sin llegar a colapsar[2]. Aunque este término es relativamente reciente en la terminología ingenieril, la idea en sí misma es muy antigua: la preocupación por la solidez y la resistencia de edificios y ciudades ante el embate de los terremotos ha existido largamente en la mentalidad de todas las sociedades asentadas en zonas de amenaza sísmica.

Cuando se revisa la documentación histórica pertinente a la luz de los temas que actualmente se consideran como los principios fundamentales de la sismorresistencia, se encuentran antecedentes significativos que dan cuenta de su elaboración histórica. Estos principios se refieren a aquellos aspectos que condicionan la respuesta de una edificación frente a los sismos y se pueden sintetizar

[1] Emanuela Guidoboni and Graziano Ferrari, "Historical variables of seismic effects: economics levels, demographic scales and building techniques", *Annali di Geofisica* 43/4, 2000: 687-705.

[2] Teresa Guevara, *Configuraciones urbanas contemporáneas en zonas sísmicas*, Caracas, Sidetur, Editorial de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela, 2012, p. 352.

en los siguientes puntos: terreno sólido y buena cimentación (fundaciones); estructura apropiada (sólida, simétrica, continua y bien conectada); bajo peso; materiales competentes; capacidad para disipar energía, buena fijación de los elementos no estructurales y calidad de las construcciones[3]. Considerando que través del tiempo, la ocurrencia de los terremotos ha evidenciado las deficiencias y las fortalezas edificatorias, la observación de los efectos de los sismos sobre las construcciones suele ofrecer información significativa que alienta la percepción y la comprensión de cómo se relacionan estos aspectos con el comportamiento sísmico de aquellas. En tal sentido, al estudiar comparativamente una serie de terremotos importantes ocurridos durante el periodo enunciado, se puede observar cómo han evolucionado las técnicas constructivas y cómo ha sido pensada la relación entre los sismos y los edificios, cuáles han sido las soluciones constructivas planteadas frente a la ocurrencia de un terremoto y cómo han surgido y se han resuelto los temas de la resistencia del terreno, el diseño estructural y las calidades constructivas.

Sistemas constructivos en Venezuela (Siglos XVII-XIX)

Cada sociedad y cada época reflexiona respecto a la resistencia sísmica de sus edificaciones en un marco referencial constituido por los sistemas constructivos disponibles y socialmente legitimados y por el conocimiento actualizado sobre los terremotos; es decir cómo se producen estos fenómenos y cuáles son sus efectos sobre las construcciones. En Venezuela, durante toda la época colonial y hasta entrado el siglo XX, la resistencia sísmica de los edificios se elaboraba teniendo como referentes los sistemas constructivos de tierra cruda: adobe, tapia y bahareque, cuyo principal material constructivo es la tierra sin cocer, combinada con maderas, fibras vegetales, e incluso piedra[4]. Estas técnicas constructivas no solo presentaban un comportamiento sísmico diverso sino que además, poseían una carga semántica propia: en tanto que el bahareque estaba asimilado a la pobreza, el adobe, la tapia y, más aún, las construcciones de piedra eran sinónimos de prosperidad económica y de una importante posición social. Por otra parte, estos materiales “pobres” se

[3] Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, *Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismorresistente de viviendas de mampostería*, Bogotá, Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina y Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2001, pp. 4-6.

[4] Graziano Gasparini y Luise Margolies, *Arquitectura de tierra cruda en Venezuela*, Caracas, Armitano, 1998.

asumían como frágiles y poco resistentes, en tanto que la tapia, el adobe y la piedra, se consideraban los mejores materiales para erigir edificios duraderos.

Las observaciones sobre el comportamiento sísmico de la arquitectura de tierra cruda, contenidas en las descripciones de diferentes terremotos ocurridos a lo largo de América Latina, apuntan a la comprobada superioridad sismorresistente del bahareque frente a las construcciones de tapia y adobe, en este orden de preferencia. No obstante, la resistencia sísmica de las construcciones de tierra cruda está condicionada a varios factores: la calidad de los materiales y de la técnica, la edad de los edificios y el estado de conservación y mantenimiento, punto este de gran importancia pues se trata de materiales extremadamente sensibles a las condiciones ambientales tales como la humedad, las fluctuaciones en la temperatura, y la acción de los insectos xilófagos[5]. En cuanto a la calidad de la fábrica, se debe considerar que las tecnologías constructivas tradicionales incentivaban la práctica de la autoconstrucción, la cual era una estrategia común para procurarse vivienda. Esta situación, sin embargo, dificultaba a las autoridades urbanas vigilar las calidades constructivas y la pertinencia del diseño estructural de las viviendas. Dicha problemática se manifestaba con mayor fuerza después de un terremoto, cuando las personas reconstruían y reparaban sus propias casas según el entendimiento y los recursos que tuviesen a mano, comprometiendo seriamente la estabilidad y resistencia de las mismas.

Sin otras opciones constructivas más allá de la tierra cruda, el pensamiento sismorresistente en Venezuela se configuró en función de la calidad de los materiales utilizados y de la pericia técnica de los artesanos de la construcción, y expresaba continuamente la preocupación de los agentes urbanos respecto a la solidez, la estabilidad, la altura y el peso como factores determinantes en la resistencia sísmica de los edificios. Estos son los tópicos recurrentes en los registros históricos que dan cuenta de la sismicidad venezolana decimonónica, pero también constituyen temas de la moderna ingeniería sísmica.

[5] Francisco Aceves Hernández y Joel Audefroy, *Sistemas constructivos contra desastres*, México, Editorial Trillas, 2007.

Construyendo, temblando, reparando

Las primeras ciudades fundadas en territorio venezolano fueron surgiendo prácticamente de la nada. Las fuentes coloniales de los siglos XVI y XVII, revelan la existencia de unos poblados paupérrimos cuyos edificios eran unas precarias estructuras de madera, cubiertas de barro y paja, que resultaban sumamente vulnerables a las condiciones ambientales y a los terremotos[6]. La pobreza generalizada de estas centurias no alentaba la excelencia constructiva: los materiales, la técnica y la mano de obra eran de escasa calidad; y luego, construir, mantener, reparar o reconstruir los edificios, constituía un proceso largo, complicado y costoso que suponía importantes desembolsos por parte de los vecinos o una enfadosa burocracia trasatlántica para solicitar al rey sus mercedes o una exención de impuestos que permitiesen iniciar o continuar una fábrica. Así, los edificios se erigían muy lentamente. Las obras en curso sufrían una continua exposición a los elementos, deteriorándose mientras se construían, y apenas recibían mantenimiento. En los registros de la época es frecuente encontrar descripciones de edificios desplomados, techos hundidos y paredes tan erosionadas, que su estructura de madera roída por el comején asomaba a través de la cubierta de barro.

Un documento de 1595 relata las peripecias de los vecinos de Trujillo para exponer, ante el rey, el lamentable estado de su iglesia parroquial la cual no había sido construida "con la firmeza de materiales que conbenía a su perpétua duración", pues los cimientos eran de "tierra muerta y de una piedra que llaman pisarrilla, que se deshace con las manos", y solicitar los recursos que les permitiesen construir un nuevo templo[7]. A pesar de haber recibido una contestación favorable a esta petición, en 1608, aún no se había iniciado la nueva fábrica. En consecuencia, el obispo de Venezuela se dirigió al Real Consejo de las Indias para indicarles que, en el ínterin,

[6] Sobre el particular véanse: Antonio Arellano Moreno, *Relaciones geográficas de Venezuela*, Caracas, Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia, 1964; Enrique Dorta, *Materiales para la historia de la cultura en Venezuela (1523-1828). Documentos del Archivo General de Indias de Sevilla*, Caracas, Fundación John Boulton, 1967; Mariano Martí, *Documentos relativos a su visita pastoral de la diócesis de Caracas 1771-1784. Tomo II. Libro personal*, Caracas, Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia, 1988.

[7] Diego de Osorio "Sobre reedificación de la yglesia de la ciudad de Truxillo", Trujillo, 15 de octubre de 1595. En Archivo General de la Nación (AGN), Traslados, Fundación de Trujillo, documentos varios, Tomo 2, f. 457.

la obra en cuestión había encarecido, que los vecinos se habían empobrecido debido a pestilencias de viruela y sarampión y que además habían ocurrido grandes temblores de tierra "a cuya causa es necesario proseguir la dicha obra con mas fortaleza e firmeza y sera necesario mas costa y estimación en ella"[8]. Idénticas circunstancias se repetirían por todo el territorio durante los siglos XVI y XVII: San Cristóbal, 1597; La Grita, 1610; Cumaná, 1629; Caracas y La Guaira, 1641; Mérida, Trujillo y Gibraltar, 1674; Cumaná, 1684… En esta época, el razonamiento técnico frente al comportamiento sísmico de las construcciones es incipiente, pero ya se evidencia la preocupación respecto a las calidades constructivas (competencia de los materiales y de la mano de obra), la solidez de las edificaciones y la necesidad de edificar sobre buenos cimientos.

Bahareque *contra temblores* en Cumaná

Fincada en una de las zonas sísmicas más peligrosas del país, Cumaná ha sufrido los rigores de siete terremotos importantes entre los siglos XVI y XIX. En ocasión del destructor terremoto del 4 de mayo de 1684, el gobernador Francisco de Rivero levanta un detallado informe que contiene la descripción de los daños sufridos por las fortalezas de Cumaná y una relación de las obras de reparación y de los gastos ocasionados por las mismas. Al final de este documento y comprendiendo la fragilidad de los materiales de construcción disponibles, el gobernador advierte la urgencia en efectuar las reparaciones necesarias antes del invierno, pues las lluvias entorpecerían las labores, ocasionarían más deterioros en los edificios y estropearían los materiales –madera y cal– de los que se había hecho abundante provisión[9]. Pocos años más tarde, en 1687, Gaspar Mateo de Acosta, sucesor de Rivero, expresaba su preocupación por los graves daños sufridos por las fortalezas y baluartes de la ciudad y señalaba la imposibilidad de repararlos debidamente "por falta de madera competente como porque no ay quien las haga con perfezion ni medios con que poderlas costear"[10].

[8] Antonio de Alcega, "Ynformación echa por el obispo de Venezuela a pedimiento de la ciudad dé Trujillo", Trujillo, 15 de mayo 1608. En AGN, Traslados, Fundación de Trujillo, documentos varios, Tomo 2, f. 459.
[9] Francisco de Viveros, "El governador da quenta del terremoto del día 4 de mayo de 1684, Cumaná, 11 de julio de 1684. En AGN, Traslados, Documentos varios 1684-1687, f. 2.
[10] "Cumana a su Magestad", Cumaná, 30 de abril de 1688. En AGN, Traslados, Documentos varios 1684-1687, f. 44.

Viviendo en una zona de alta sismicidad, los cumaneses pronto comprendieron las ventajas del bahareque. Fray Iñigo Abbad escribía, en 1773, que la frecuencia de los terremotos dictaba a los cumaneses:

> "La Arquitectura de sus casas y edificios que llaman fábrica de bahareque […] reduciendo sus viviendas a este género de Arquitectura por temor de los frecuentes terremotos que ocasionarían más funestos estragos de los que experimentan, a no librar su seguridad en la debilidad y flexibilidad de estos edificios"[11].

El fortísimo terremoto del 21 de octubre de 1766, fue sentido ampliamente en buena parte del actual territorio venezolano. En Cumaná, este evento ocasionó grandes destrozos y puso en marcha el largo y enfadoso proceso de reparaciones y reconstrucciones. Los registros respectivos informan de la insistencia de las autoridades de la ciudad en reconstruir los edificios utilizando el sistema de bahareque con doble horconadura de buena madera y cimientos de vara y media de profundidad[12].

El uso del bahareque parece haber estado muy extendido en la región. Sin embargo, el violento terremoto tsunamigénico del 15 de julio de 1853, devastó buena parte de los templos, fortalezas, cuarteles y viviendas de aquella ciudad: "Los edificios aunque construidos de pajareque, muchos de ellos han caído… han sido total o parcialmente destruidos"[13]. A pesar de lo anterior, el saldo mortal de este evento no resultó tan elevado como las ruinas hacían suponer. Pasados los primeros momentos de la crisis, se contabilizó un total de 113 víctimas fatales[14]. Esta circunstancia fue atribuida a las características constructivas del bahareque: "la mortandad hubiera sido enorme, de haber estado la ciudad construida de otro modo.

[11] Abbad, citado en Graziano Gasparini y Luise Margolies, *Arquitectura popular de Venezuela*, Caracas, Armitano, 1986, pp. 137-138.
[12] Enrique Dorta, ob. cit., pp. 290-357.
[13] Anónimo, "Terremoto del 15 de julio en Cumaná", *Diario de Avisos y semanario de las provincias*, Caracas, 27 de julio de 1853, p. 3.
[14] Ramón Castro Yurga, "Informe del jefe político de Cumaná sobre el terremoto del 15 de julio de 1853", Cumaná, agosto 23 de 1853. En AGN, Secretaría del Interior y Justicia (1853), Tomo CDXCII, f. 14.

Los pajareques dan más tiempo a ponerse a la gente a salvo, y sus materiales, por ser menos pesados, y caer con menos ímpetu, no son tan mortíferos"[15].

Caracas telúrica: los terremotos de 1766 y 1812

En Caracas, el sismo de 1766, ocasionó serios desperfectos en templos y conventos. A pesar de la fuerza y la duración del temblor, las casas de los caraqueños, de paredes viejas y desplomadas, resistieron la sacudida sin acusar sus efectos, hecho que maravilló a los vecinos[16]. Hacia finales del siglo XVIII, ya existían en la ciudad artesanos y profesionales de la construcción, capaces de realizar un peritaje de los daños sufridos por los templos y otros edificios afectados y de acometer debidamente las labores de reparación o de reconstrucción. A instancias del gobernador don José Solano, se organizó una comisión para evaluar los daños en los edificios religiosos de Caracas, cuyos miembros informaron que los daños no comprometían la estabilidad y supervivencia de los edificios examinados. La comisión consideró que estos destrozos podían ser reparados sin demasiada dificultad, siempre que las labores se confiasen "…a maestro bien experimentado, para que se practiquen con las reglas y perfección que requieren"[17].

Tras los devastadores sismos del 26 de marzo de 1812, las autoridades de Caracas y La Guaira debieron enfrentarse al problema representado por las reparaciones de mala calidad: los mismos propietarios se encargaban de retocar sus viviendas, esforzándose en ocultar los deterioros producidos por los temblores, en una práctica que difícilmente podía considerarse una reparación en toda regla y que debilitaba aún más aquellas construcciones. Por otra parte, los alarifes no se daban abasto, así que trabajaban de prisa y con grandes dificultades para procurarse materiales adecuados. En esta situación la Diputación de La Guaira, redactó un *Reglamento de Policía para la reedificación del Pueblo de la Guaira* para proceder

[15] Anónimo, "Más sobre el terremoto de Cumaná", *Diario de Avisos y semanario de las provincias*, Caracas, 6 de agosto de 1853, p. 2.
[16] "Noticia del temblor de tierra padecido en la ciudad de Santiago de León de Caracas, Provincia de Venezuela en las Indias Occidentales, la madrugada del día 21 de octubre de 1766", Caracas, diciembre de 1766. En AGN, Traslados, Audiencia de Caracas, f. 206.
[17] Héctor García Chuecos, *Estudios de Historia Colonial Venezolana*, Caracas, Tipografía Americana, 1938, pp. 250-251.

a la reconstrucción *contra temblores* de dicha ciudad[18]. Dicho texto contiene disposiciones generales respecto a la demolición de las construcciones que amenazaban ruina y también estipula las obligaciones de propietarios, alarifes y autoridades como agentes urbanos que debían contribuir a reconstruir La Guaira en las condiciones adecuadas "…a fin de precaver en cuanto sea posible semejantes catástrofes; conciliando los intereses de los propietarios con los de la seguridad pública". En este sentido, el *Reglamento* obligaba a los propietarios a acudir a los alarifes a fin de solicitar un examen calificado antes de emprender cualquier trabajo de reparación y reconstrucción, mientras que los segundos debían velar por la calidad de aquellas fábricas.

En cuanto a la reparación y reconstrucción de los edificios dañados por el sismo, el *Reglamento* en su Capítulo 2°, contiene disposiciones respecto a la altura y peso de las edificaciones, configuración estructural (horconadura, arriostrado y fijación de todos los elementos constructivos), calidad de los materiales y prohibición de elementos no estructurales (acabados arquitectónicos, aleros, azoteas, balcones, cornisas, pretiles, balcones salientes). También se prohibía la construcción de casas de alto mientras no se recibiese un informe respectivo que se había solicitado al Ayuntamiento de Cumaná, petición muy ilustrativa, pues revela que existía un cierto grado de conciencia respecto a los diferentes niveles de amenaza sísmica entre ambas poblaciones. Al solicitar este informe, las autoridades de La Guaira reconocían que era posible extraer lecciones constructivas de la ocurrencia de los sismos y que los cumaneses, sin duda, habrían obtenido alguna enseñanza de todos los terremotos que la habían sacudido desde el año 1530.

El impacto combinado de los sismos y las maniobras bélicas de la guerra de independencia sobre las actividades constructivas fue demoledor: los materiales escaseaban, los alarifes se dispersaron y la calidad de las construcciones fue menguando rápidamente. Esta situación fue expuesta en 1842 por el ingeniero y militar Olegario Meneses quien, con una perspicacia notable frente al riesgo sísmico, reseñaba el lamentable estado de las artes constructivas en el país, la mala calidad de los materiales utilizados y la inadecuada distribución de los edificios que los convertía en trampas mortales a la hora de un sismo. El autor insistía en la

[18] "Reglamento de Policía para la reedificación del Pueblo de la Guaira", La Guaira, 28 de noviembre de 1812. En AGN, Gobernación y Capitanía General, Tomo CCXX, Documento 171, f. 248.

necesidad de ejercer un efectivo control social sobre la excelencia de las edificaciones, promoviendo el estudio del arte de construir y exigiendo el cumplimiento de sus principios. Así mismo, censuraba la insuficiencia de las ordenanzas respectivas y de la supervisión de la arquitectura civil ejercida por la policía urbana. Efectivamente, la revisión de las ordenanzas y reglamentos de policía rural y urbana posteriores al sismo de 1812, evidenció que estos instrumentos no contenían disposiciones lo bastantes precisas en lo que se refiere a la reducción del riesgo sísmico a través de la supervisión de las calidades constructivas, ni ofrecen indicaciones puntuales respecto a la altura y estabilidad de los edificios, a la correcta aplicación de las técnicas constructivas o la calidad de los materiales utilizados[19].

.

El terremoto de 1878

A consecuencia de las ruinas dejadas a su paso por el terremoto de Cúa del 12 de abril de 1878, se actualizaron las inquietudes sobre la resistencia sísmica de los sistemas constructivos disponibles en Venezuela. En tal coyuntura, quedó en evidencia la convergencia negativa entre un terremoto y construcciones de baja calidad, sin una adecuada ligazón entre las partes del edificio, con armazones debilitadas por la humedad y la acción del comején[20]. Los efectos de este sismo fueron descritos y analizados, en artículos publicados en la prensa caraqueña, por el naturalista Adolfo Ernst y por miembros del Colegio de Ingenieros de Venezuela. Esta institución, que debutaba en su papel de agente urbano frente al riesgo sísmico, convocó a un concurso sobre los mejores modos de construir en un país de terremotos, pero éste fue declarado desierto cuando el jurado alegó que las memorias presentadas resultaban sumamente deficientes[21].

A través de la prensa, se discurrió largamente sobre la seguridad que ofrecían las construcciones en tapia y rafa, coronadas por inestables y pesados techos a dos aguas, combinación que provocó no pocos estragos durante el sismo; incluso se pidió al gobierno que dictase una ley prohibiendo el uso de este sistema

[19] Olegario Meneses, "Arquitectura", *El Liceo Venezolano*, Caracas, enero 1842: 14-29.
[20] Anónimo, "Sobre construcción de edificios en países expuestos á terremotos", *Gaceta Científica de Venezuela*, Caracas, 19 de abril de 1878, p. 2.
[21] Colegio de Ingenieros de Venezuela, "Concurso", *La Opinión Nacional*, Caracas, 4 de mayo de 1878, p. 2.

constructivo[22]. Por otro lado, se expresó la conveniencia de adoptar el bahareque como sistema constructivo más seguro frente a los terremotos, eso sí: que fuese un bahareque bien construido y mantenido. En este sentido, se adujo el colapso parcial o total de muchas viviendas de bahareque "á causa de estar ya podrida la parte enterrada de los horcones y en mal estado las amarras ó trabas de los techos"[23]. Las grietas y las evidencias de licuación descritas por Adolfo Ernst y otros observadores, se constituyeron en indicadores sobre la calidad y estabilidad del suelo sobre el cual se asentaba la ciudad[24]. A finales del siglo XVIII, el obispo Mariano Martí ya había observado la inestabilidad del terreno que "es falso y se hunde"[25]. En consecuencia, el presidente Rafael Linares Alcántara consideró la posibilidad de trasladar la ciudad de Cúa, "hacia terrenos más "sólidos y estables" –o de "mayor confianza", refundándola "en la planicie que media entre el sitio de Aparai y la hacienda Marín"[26]. Aunque la proyectada mudanza no se realizó, la idea constituye una pieza esencial del pensamiento sismorresistente: apoyarse en el conocimiento previo del terreno como forma efectiva para la mitigación del riesgo sísmico.

El sismo de 1900: entre la tradición y la modernidad

El terremoto del 29 de octubre de 1900, evento que sacudió la región centro norte del país, irrumpió en un contexto arquitectónico y urbano definido por el despliegue modernizador del gobierno encabezado por el general Antonio Guzmán Blanco y marcado por la introducción, en Venezuela, de nuevas técnicas y materiales de construcción procedentes de Estados Unidos y de Europa. Las múltiples discusiones sobre los sistemas constructivos oscilaban entre las recomendaciones para reforzar y mejorar la arquitectura de tierra de cruda y las posibilidades del hierro y el concreto. Notables ingenieros examinaron los edificios de tierra cruda y se deliberaron animadamente y por escrito, sobre el

[22] Anónimo, "Comunicados. Temblores", *Diario de Avisos. Edición de la tarde*, Caracas, 20 de Abril de 1878, p. 3.
[23] Anónimo, "Sobre construcción de edificios en países expuestos á terremotos", *Gaceta Científica de Venezuela*, Caracas, 19 de abril de 1878, p. 3.
[24] Al respecto véanse las siguientes referencias: Adolfo Ernst, "Tranquilizador", *La Opinión Nacional*, Caracas, 24 de abril de 1878, p. 2; Anónimo, "El terremoto de Cúa", *La Tribuna Liberal*, Caracas, 16 de abril de 1878, p. 2.
[25] Mariano Martí, opb. cit., pp. 575-576.
[26] Anónimo, "Ecos de Cúa", *La Opinión Nacional*, Caracas, 24 abril de 1878, p. 2.

comportamiento de aquellos sistemas constructivos ante el sismo, con especial atención en las condiciones que pudiesen haber favorecido los descalabros. En términos generales, las observaciones recogidas en el ruinoso escenario caraqueño, llevaron a concluir que la mayor parte de los edificios que resultaron arruinados o que sufrieron desperfectos, acusaban las consecuencias de un proceso de deterioro previo al sismo, adolecían de notorios vicios de construcción o de graves defectos en su ejecución, por ejemplo, materiales de mala calidad o una construcción descuidada donde la unión entre las distintas fábricas y los entramados de tabiques, pisos y techos no se realizaba de forma adecuada, comprometiendo la solidez y estabilidad de todo el edificio[27].

El ingeniero Avelino Fuentes advertía la flaqueza de los edificios caraqueños se debía, en buena medida, a un ejercicio desordenado e inescrupuloso de la construcción, sin apego a una normativa adecuada, con materiales de escasa calidad y por si fuese poco a cargo de constructores inexpertos e incompetentes. Resumida la situación, Fuentes proponía la redacción de un "código contra temblores" que debía ser de obligatorio cumplimiento, y la creación de una "escuela de alarifes", para brindar una formación adecuada a los albañiles y Maestros de obra y regresar a las antiguas exigencias profesionales sobre el oficio de alarife, que había empezado a decaer a partir de 1812. Sumamente crítico en este punto, el agudo ingeniero se preguntaba cuál era la utilidad de un marco legal bien establecido si los mismos constructores no se encontraban técnicamente capacitados para cumplir con sus disposiciones. Con una lógica implacable, advertía que de poco servirían el código de construcciones **contra temblores** y el peso de la ley para su cumplimiento, si no se disponía de profesionales de la construcción cualificados[28].

Una respuesta técnica sorprendente frente al sismo de 1900, fueron las diversas propuestas de "casas contra temblores" que abarcaron todas las tecnologías disponibles. El general Domingo Monagas propuso construir casas cuyas paredes de bahareque o adobes crudos estarían revestidas con tablas de machimbrado

[27] Roberto García, Diego Morales, Alejandro Chataing y Ricardo Razetti, "Crónica científica. Informe del Colegio de Ingenieros sobre los mejores modos de edificaciones en Venezuela (1ª parte)", *La Religión*, Caracas, 25 de enero de 1901, p. 3.
[28] Avelino Fuentes, "Sobre construcciones", *El Tiempo*, Caracas, 22 de noviembre de 1900, p. 2.

atornilladas a la horconadura y cubiertas con techos de tejas metálicas[29]. Considerando la descripción de los materiales, estas viviendas constituían una adaptación de las tradiciones constructivas venezolanas a los fines de sismorresistencia, tal como se le concebía en ese momento: casas livianas, sólidas y estables. Existía, al menos sobre el papel, la insistencia en el tema de la solidez de la estructura, que es abordado por Monagas utilizando la estrategia de ligar el revestimiento a la horconadura. Es interesante también la sugerencia del techo metálico, mucho más liviano que los tradicionales techos de parhilera y tejas. Por su parte, los ingenieros Alberto Smith y Roberto García proyectaron y construyeron –por separado– varias casas de armazón y techos metálicos y muros de concreto. La reputación de ambos profesionales y la incorporación de los nuevos materiales y las técnicas disponibles, le otorgó una altísima credibilidad a estas viviendas como ejemplos de un sistema constructivo moderno y científicamente definido. Sin embargo, estas propuestas de casas contra temblores, no constituyen en modo alguno ejemplos de innovación en cuanto a tecnología o tipología, ya que este sistema constructivo de armazón metálico no era un invento propio de los ingenieros venezolanos, sino que se trataba de casas prefabricadas en Estados Unidos e Inglaterra, las cuales ya habían sido utilizadas en la Caracas decimonónica. Tanto Alberto Smith como Francisco Manrique, identificaron y aprovecharon una oportunidad de negocios al articular los miedos sísmicos del momento con el uso del hierro y el cemento, claros símbolos del progreso material, estrategia que les permitió vender exitosamente la idea de que se trataba de casas que eran efectivamente contra temblores[30].

Conclusiones

A lo largo de su historia, la sociedad venezolana ha desplegado diversas respuestas técnicas frente a los efectos de los terremotos que la han sacudido, dejando a su paso algún tipo de destrucción. El desarrollo de este **pensamiento sismorresistente** constituye un capítulo elusivo y prácticamente inédito en la

[29] "El proyecto del General Domingo Monagas", *La Restauración Liberal*, Caracas, 28 de noviembre de 1900, p. 3.

[30] Alejandra Leal Guzmán, "Casas contra temblores. Un aporte al estudio de la ingeniería sísmica en Venezuela", *Memorias del X Congreso Venezolano de Sismología Ingeniería Sísmica*, Cumaná, Universidad de Oriente, Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, 2015: 1-20.

historia de la ingeniería y la arquitectura venezolanas. Entre el siglo XVI y principios del XVII, el razonamiento técnico era bastante incipiente: en un contexto económicamente precario y con pocas opciones constructivas, difícilmente pueden esperarse innovaciones **contra temblores**. Lógicamente, hasta el siglo XIX, todas las reflexiones sobre terremotos y edificios, se elaboraban considerando los sistemas constructivos de la tierra cruda: para el problema de la estructura apropiada se proponían armazones u horconaduras más sólidos, fabricados con buenas maderas, arriostrados a nivel del techo y de las ventanas, y en muchos casos, se solucionaba, prohibiendo algunos elementos no estructurales, como balcones saledizos, aleros y frisos decorativos. Ante el tema del peso de los edificios, la respuesta típica consistía en reducir la altura de las viviendas, sugerir nuevos sistemas basados en el bahareque e incluso proscribir la construcción de casas de alto. La buena cimentación se resolvía enterrando más profundamente los horcones o con fundaciones de piedra. Sin embargo, temas como la calidad de las construcciones, en cuanto al respeto por las especificaciones de la técnica, el mantenimiento de los edificios, la calidad de los materiales y de la mano de obra, continúan pendientes hoy día.

En general, debido al contexto histórico y político que acompañó la ocurrencia de muchos de los terremotos más importantes, las ideas sobre cómo reforzar los edificios, cómo desarrollar un sistema constructivo "contra temblores" o cómo asegurar las calidades constructivas nunca se concretaron. Y aunque estas recomendaciones constructivas procedentes del pasado sísmico venezolano pueden lucir anacrónicas en pleno siglo XXI, y más aún, si se consideran a la luz del desarrollo de la ingeniería sísmica, cabe destacar que la investigación sobre estas tipologías constructivas ha sido retomada en diversos países latinoamericanos, como tecnologías de bajo costo que permiten edificar viviendas sismorresistentes, en el marco de la prevención y mitigación de desastres que ha signado las últimas décadas del siglo XX.

Los estudios sobre el agua urbana
en el *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, 1857-1861

Rodrigo Vega y Ortega

Dentro de la historia ambiental, los estudios sobre el agua son un área de investigación en auge en México y en América Latina desde hace varias décadas. En la historia mexicana, el agua se ha analizado desde las perspectivas regionales, económicas, sociales, jurídicas, empresariales, agrarias, locales y políticas. No obstante, pocas veces se ha enfatizado el papel de la ciencia en la gestión, dominio, aprovechamiento y escasez del agua en distintos momentos de la historia de México. Una de las ciencias que más se relacionó con la investigación hídrica fue la Geografía, al menos desde el siglo XVIII y hasta el presente. El siglo XIX fue un lapso de auge de los estudios geográficos mexicanos que recibieron apoyo del Estado, las élites y los intelectuales, por lo que no es de extrañar que los geógrafos mexicanos se dedicaran al estudio del agua desde 1821. Cabe señalar que, en la caso de la historia de la Geografía mexicana, son pocos los trabajos que retoman las investigaciones hidrográficas que los geógrafos llevaron a cabo en los siglos XIX y XX.

En la historiografía de la ciencia es común mencionar que los geógrafos europeos y americanos desarrollaron varios proyectos para reconocer los recursos hídricos de cada país a lo largo del siglo XIX, pues el agua fue apreciada por su potencial para desarrollar medios de transporte, energía para la industria, sustento de la agricultura y la ganadería, aspectos terapéuticos y líquido necesario para la vida humana. Este interés de la comunidad científica de los distintos países de ambos continentes, como México, dio pie a que en las agrupaciones geográficas decimonónicas se discutieran todo tipo de estudios hídricos y muchos de ellos se publicaran en las revistas de cada asociación para darlas a conocer entre el público interesado de cada país.

El objetivo de esta investigación es comprender el papel de los estudios sobre el agua urbana en la transformación ambiental mexicana entre 1857 y 1861 a través del *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística* (*BSMGE*). Para ello, los aspectos cuantitativos y los cualitativos de la ciencia resultaban imprescindibles

a partir del reconocimiento territorial de los expertos en el tema, como los ingenieros, médicos y farmacéuticos.

La fuente hemerográfica de la investigación se compone de trece artículos publicados en el *BSMGE* entre 1857 y 1869, de una muestra más amplia compuesta de dieciocho escritos, producto del interés de los miembros de esta agrupación científica, tanto nacionales como extranjeros. La metodología retoma a los estudios sociales de la ciencia para reconocer que en el *BSMGE* se construyeron dos tipos de narraciones geográficas: la positiva, concentrada en obtener datos matemáticos para conformar representaciones "racionales" de la superficie terrestre; y la utilitaria, basada en el reconocimiento de los recursos ambientales susceptibles de generar riqueza para la sociedad y el Estado.

La Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística (SMGE) se originó en 1833 bajo el nombre de Instituto, pero para 1850 se transformó en una agrupación al servicio de la sociedad mexicana. Desde este año, en la SMGE se reunieron mexicanos y extranjeros residentes en el país que se interesaban en distintas disciplinas, en principio la Geografía, pero también la Historia Natural, la Cartografía, la Farmacia, la Química y la Medicina. Una de las tareas principales de la agrupación fue conformar una revista en que se dieran a conocer la mayor cantidad de trabajos académicos que realizaban los socios.

Agua urbana

En el ámbito urbano del país, el agua "provenía de depósitos subterráneos y superficiales que configuraban cuerpos como ojos de agua, lagunas, ciénagas y ríos" con distintas formas de aprovechamiento[1]. La Ciudad de México a mediados del siglo XIX contó con los acueductos de Chapultepec y Santa Fe. "Éstos, junto con la red de abasto y distribución, fueron controlados por el Ayuntamiento mediante la cesión o renta de mercedes para los particulares; el uso para la mayoría se manejaba a través de fuentes públicas" y a partir de la década de 1850 se consolidó la explotación de pozos artesianos[2]. Éstos estaban fuera de la jurisdicción del

[1] Yuritzi Hernández y Alexander Betancourt, "Agua y abastecimiento: gestión de cuerpos de agua en la ciudad de San Luis Potosí (México), 1831-1887", *Historelo. Revista de Historia Regional y Local* 7, N. 14, 2015: 60-98, p. 65.

[2] Oziel Talavera, "Los pozos artesianos en la ciudad de México en la segunda mitad del siglo XIX (1850-1880)", en María del Carmen Collado (coord.), *Miradas recurrentes. La ciudad de*

Ayuntamiento y "de la limitada estructura de distribución y, en contraste, daban agua potable en abundancia. Los pozos fueron un elemento usado directamente por los habitantes de la ciudad para satisfacer sus necesidades, sin depender de ninguna institución de gobierno"[3]. El número de pozos artesianos en 1855 fue de 31; en 1857 de 144; en 1860 de 94; y en 1864 de 200. Lo anterior refleja el aumento constante de apertura de pozos por parte de particulares. Una cuestión científico-técnica presente en el *BSMGE*.

El ingeniero Sebastián Pane, uno de los empresarios que promovió la apertura de varios pozos en la década de 1850, publicó en 1857 el "Dato estadístico sacado del informe que en 6 de mayo del presente año, 1857, dirigió don… al Exmo. Sr. Gobernador del Distrito, con motivo de un oficio remitido al Ministerio de Fomento por el presidente de la Junta menor del desagüe". En el escrito, el ingeniero señaló que el número de los pozos artesianos existentes en la capital y pueblos circunvecinos era de 168, de los cuales 140 fueron construidos por Pane y el resto por otros ingenieros. Los pozos de Pane servían para regadío y

> "producen 7.800 barriles de agua por hora, los 120 restantes han sido para casas partículas y producen 1.800 barriles por hora, los restantes de pozos sondeadores producen 360 barriles por hora. Total, 9.960 barriles de agua por hora. El río de la Piedad y Churubusco en sus grandes crecientes producen 744.380 barriles de agua por hora"[4].

La explotación del agua del subsuelo capitalino en la década de 1850 empezó a ser acaparada por los ingenieros de minas, quienes estaban preparados para emprender excavaciones en busca de minerales, pero en este caso, buscaban agua potable para venderla a la población. Es interesante que un gremio profesional desplazara a los amateurs en la apertura de pozos, pues era una tarea científico-técnica que requería de conocimientos en Geografía Física, Geología, Hidrografía,

México en los siglos XIX y XX, México, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora/UAM-A, 2004, tomo I: 294-310, p. 294.

[3] Talavera, ob. cit., p. 294.

[4] Sebastián Pane, "Dato estadístico sacado del informe que en 6 de mayo del presente año, 1857, dirigió don… al Exmo. Sr. Gobernador del Distrito, con motivo de un oficio remitido al Ministerio de Fomento por el presidente de la Junta menor del desagüe", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística* 5, 1857: 151-152, p. 151.

Mecánica y Edafología, al igual que ampliar las destrezas personales en el empleo de instrumentos especializados.

En otro artículo del médico Leopoldo Río de la Loza en coautoría con el ingeniero E. Craveri, titulado "Opúsculo sobre los pozos artesianos y las aguas naturales de más uso en la Ciudad de México, con algunas noticias relativas al corte geológico del valle y una lista de las plantas que vegetan en las inmediaciones del desierto viejo" (1858), señalaron que

> "entre los muchos servicios que presta la Química a la sociedad, no es de menor importancia el dar a conocer la composición de las aguas, alejando todo escrúpulo al indicar de una manera segura el uso que de ellas puede hacerse. Destinadas unas a satisfacer las necesidades domésticas, otras a las industriales y no pocas al restablecimiento de la salud del hombre, es preciso descubrir su composición y fijar la naturaleza y proporciones de los cuerpos extraños que contienen. Así pueden separarse las potables de las que únicamente puedan servir al agricultor, al curtidor y al fabricante y de aquéllas en que el médico encuentre un agente terapéutico que aprovechar en beneficio del género humano"[5].

Las palabras introductorias del "Opúsculo…" enfatizaron la utilidad de la ciencia para resolver cuestiones de interés pública, como el caso de los estudios sobre el agua. El señalamiento de la Química como el camino experimental para reconocer la composición del agua que existía en el Valle de México y establecer la utilidad de cada grupo mediante la cantidad de minerales, microorganismos, acidez, entre otras cuestiones. Río de la Loza y Craveri también dejaron ver los distintos tipos de utilidad del agua a mediados del siglo XIX, pues no sólo se apreciaba a ésta por su potabilidad, ya que se empleaba en varias actividades económicas y terapéuticas. Es de notar el énfasis que dieron los autores al papel del gobierno en la dotación de recursos para esta cuestión de interés público que sólo los científicos podrían resolver mediante sus capacidades académicas, como llevaban a cabo los miembros de la SMGE.

[5] Leopoldo Río de la Loza y E. Craveri, "Opúsculo sobre los pozos artesianos y las aguas naturales de más uso en la Ciudad de México, con algunas noticias relativas al corte geológico del valle y una lista de las plantas que vegetan en las inmediaciones del desierto viejo", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística* 6, suplemento, 1858: 9-19, p. 10.

El artículo de ambos científicos mexicanos reconoció que el examen químico de las distintas aguas del Valle de México requería de conocer el medio geográfico en que cada muestra se había tomado, ya que el agua por sí misma carecía del contexto ambiental en que estaba inmersa y cómo éste repercutía en su composición. Estuvo presente el laboratorio como espacio científico para validar el examen científico de las muestras de agua, pues en éste se encontraban reactivos e instrumentos requeridos para la práctica química. Es relevante la mención de la Escuela de Medicina de la Ciudad de México en la evaluación científica de las muestras de agua, ya que se aprecia la relación entre las instituciones de profesionalización científica, los asuntos de interés público, el asociacionismo académico, la exploración hidrográfica y la prensa especializada. Esto muestra la madurez de la ciencia capitalina a mediados de la centuria. También hay que resaltar la incorporación de alumnos a esta experiencia científica, pues uno de sus profesores, Río de la Loza, debió reconocer sus capacidades e interés como para invitarlos a acompañarlo a recabar las muestras. Hay que tomar en cuenta que el "Opúsculo…" hizo ver la importancia de las empresas de ingenieros en la apertura de pozos artesianos y la participación del gobierno mediante la Junta de Industria que era una instancia científica estatal que validaba la experiencia científica debido al interés público de los estudios sobre el agua.

El connotado geógrafo Manuel Orozco y Berra (1816-1881) publicó la acuciosa "Memoria para la Carta Hidrográfica de México" (1861) dividida en cinco partes. El escrito retomó la obra de los ingenieros de la Comisión del Valle de México (1856) y una parte añadida correspondiente al "curso de las aguas potables que surten a México, levantada bajo la dirección de José Salazar Ilarregui" (1823-1892) encargado por Octaviano Muñoz Ledo, ministro de Fomento en 1860, además del *Plano topográfico y perfil de los acueductos que surten de aguas a la Ciudad de México* (1860), elaborado por los ingenieros José Bezares, Jesús Pérez, Juan Martín y Agustín Díaz[6]. En el trabajo inédito de Salazar Ilarregui para la "Memoria" se caracterizó científicamente al agua que se aprovechaba para distintos fines en la capital mexicana. En palabras del autor, "el agua a que nos vamos refiriendo se designa vulgarmente con el nombre de delgada para distinguirla de la que nace en Chapultepec que es llamada gorda"[7]. El agua delgada abastecía dos tercios de la

[6] Manuel Orozco y Berra, "Memoria para la Carta Hidrográfica de México", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística* 9, 1861: 337-495, p. 413.
[7] Orozco y Berra, ob. cit., p. 416.

ciudad comprendidos en el norte y el centro, que se tomaba de las fuentes por los pobladores y no era "completamente diáfana" y sólo se bebía directamente en el tiempo de lluvias, pues en periodo seco se debía filtrar para eliminar el barro que tenía en suspensión[8]. Como se aprecia, uno de los temas recurrentes en los estudios sobre el agua que se publicaron en el *BSMGE* radicó en la caracterización química de ésta a partir de las denominaciones populares de "delgada" y "gorda" que repercutían en la salud de la población dependiendo de las sustancias que tenían disueltas.

En el caso del agua proveniente del Desierto de los Leones y Santa Fe, al noroeste de la ciudad, el vital líquido llegaba a la pila repartidora cerca de la hacienda de San Borja, Cuajimalpa. "Reunidas las aguas en aquel punto presentarán un volumen de tres surcos proveniente de las tomas, de las infiltraciones del terreno, de los desperdicios sufridos por la mala construcción de los caños y tal vez por la codicia de los particulares", además de que las familias que vivían en las inmediaciones aprovechaban las aguas para lavar, lo que perjudicaba la limpieza del agua al llegar a la ciudad[9]. El estudio de Orozco y Berra no sólo aporta la visión científica del agua, del ambiente del Valle de México y de la flora y fauna que ahí habitaban, sino que deja ver los distintos usos que los pobladores daban al agua y los conflictos que ello ocasionaba, pues los agricultores, los artesanos, el Ayuntamiento, los empresarios y la población general se disputaba el agua dependiendo de sus intereses.

Orozco y Berra se preguntó "si esa agua de los taladros sacada de las entrañas de la tierra y traída a la superficie aumentará y en qué proporción los derrames" que año con año afectaban a la Ciudad de México y qué influjo tendrían "sobre el crecimiento del lago de Texcoco"[10]. Las aguas que se utilizaban en la capital mexicana llegaban por los acueductos o mediante pozos artesianos, pero aún era una incógnita de interés público el resolver tres elementos:

> "una parte perdida por la evaporación, otra segunda que por la absorción volverá más o menos directamente al centro de donde vino y una tercera

[8] Orozco y Berra, ob. cit., p. 416.
[9] Orozco y Berra, ob. cit., p. 428.
[10] Orozco y Berra, ob. cit., p. 432.

porción que según las condiciones en que se encuentre correrá donde la lleve el desnivel del suelo"[11].

Esta incógnita era fundamental para prever la dinámica de las inundaciones en las siguientes décadas, para conocer si habría agua para el futuro aumento poblacional, para prever el uso comercial de ésta, entre otras cuestiones. Una proyección científica que en la década de 1860 había conocido a varios geógrafos de la SMGE por sus implicaciones políticas, económicas y demográficas.

Consideraciones finales

La historiografía de la ciencia mexicana se ha vinculado de forma escasa con los temas ambientales que en la actualidad han cobrado importancia en el debate académico. Aunque las fuentes científicas del siglo XIX muestran la injerencia de los científicos mexicanos y extranjeros en la naturaleza del país, aún falta mucho por relacionar la historia de la ciencia y la historia ambiental. Una de las vías con mayor número de fuentes históricas son las agrupaciones científicas y las revistas, folletos y libros que publicaron, entre las que resalta la SMGE de mediados del siglo XIX hasta la actualidad.

El tema analizado señala las preocupaciones de los socios de la SMGE, muchas veces en relación con los gobernantes, se centraron en el reconocimiento de los recursos hídricos del territorio y su aprovechamiento económico, la importancia de prevenir desastres naturales en las ciudades y la problemática para conseguir que el agua potable cumpliera con las características necesarias para evitar enfermedades, y las obras de infraestructura para resolver problemas ambientales de la época. Todo ello contribuyó al desarrollo de aspectos teóricos y prácticos de la ciencia mexicana como la experimentación en los laboratorios de las escuelas profesionales capitalinas y la incorporación de jóvenes estudiantes a la tarea científica. Es patente la interacción entre mexicanos y extranjeros, tanto profesionistas como amateurs, para resolver aspectos del aprovechamiento del agua.

Esta investigación forma parte de un estudio más amplio en que se han abordado las preocupaciones ambientales de algunas agrupaciones científicas de la Ciudad de

[11] Orozco y Berra, ob. cit., p. 432.

México como la Sociedad Mexicana de Historia Natural y la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México. También hace falta estudiar las preocupaciones ambientales de otras agrupaciones mexicanas del mismo periodo, como la Academia Nacional de Medicina de México, la Sociedad Farmacéutica Mexicana, la Sociedad Científica "Antonio Alzate", la Sociedad Agrícola Mexicana, entre otras. Todas ellas dieron a conocer publicaciones periódicas en que se discutieron temas ambientales, como los hídricos, de acuerdo con los intereses profesionales y económicos de sus agremiados.

El impacto socioambiental de la actividad cafetalera en el cantón de Coto Brus, Costa Rica (1940-2015)

Ronald Eduardo Díaz Bolaños
Adolfo Quesada Román

Introducción

El café se constituyó desde mediados del siglo XIX en una de las principales actividades productivas que promovió el desarrollo económico y social de Costa Rica. Al promediar el siglo XX comienza a cultivarse café en zonas de reciente colonización fruto de la expansión de la frontera agrícola, entre ellas las tierras que constituyen el actual cantón de Coto Brus, que comienzan a ser ocupadas en los años inmediatos a la definición de los límites territoriales entre Costa Rica y Panamá (1941).

En esta frontera viva han convergido grupos indígenas ngöbe-buglés, así como colonos panameños y costarricenses que han modelado los paisajes montañosos cubiertos originalmente por bosques tropicales. En un inicio, la fundación de poblados como Cañas Gordas, Agua Buena, Sabalito y San Vito se dio por la apertura de "trochas" (veredas) en medio del bosque, la construcción de caminos, el impulso de la frontera agrícola propiciado desde Chiriquí (Panamá) y la colonización agrícola extranjera por parte de inmigrantes italianos planificada por los gobiernos de Costa Rica y de Italia a mediados del siglo pasado.

Al afianzarse el cultivo del café como principal producto del cantón de Coto Brus (fundado en 1965), trajo consigo repercusiones sociales y ambientales al generar procesos migratorios y transformar significativamente el paisaje cotobruseño hasta la década de 1990, cuando las políticas agrarias del Estado costarricense basadas en la "agricultura de cambio" favorecen la introducción de nuevos cultivos que inciden en la diversificación productiva y en la problemática ambiental que experimenta Coto Brus.

El desarrollo de este territorio y su panorama actual está marcado por cambios drásticos en el paisaje basados en la deforestación desmedida producto de la agricultura (especialmente cafetalera), la ganadería productora de leche y carne, y

por último la urbanización mediante la fundación de pueblos y ciudades de pequeñas dimensiones dentro del marco regional y nacional. Sin embargo, el establecimiento de áreas de conservación, corredores biológicos y la promulgación de leyes ambientales durante la década de 1990, además de la conciencia ambiental que ha ido adquiriendo la población cotobruseña, ha invertido esta condición en las últimas dos décadas.

El presente trabajo sintetiza el impacto social y ambiental que trajo consigo la introducción y el desarrollo del café como principal actividad productiva del cantón de Coto Brus entre 1940 y 2015.

Aspectos geográficos del cantón de Coto Brus

El cantón de Coto Brus pertenece a la provincia de Puntarenas y se encuentra localizado en la Zona Sur o Región Brunca (mapa 1). Desde el punto de vista político administrativo limita al norte con el cantón de Talamanca (provincia de Limón), al sureste con Panamá así como con el cantón de Corredores y al oeste con los cantones de Buenos Aires, Golfito y Osa, pertenecientes también a la provincia de Puntarenas[1]. La superficie de este cantón comprende 933 km² y está integrado por seis distritos: San Vito, Sabalito, Agua Buena, Limoncito, Pittier y Gutiérrez Braun (mapa 2). El territorio de este cantón se sitúa en una depresión intermontana formada en su mayoría de flujos de detritos producto de una fuerte influencia tectónica y volcánica procedente de la Cordillera de Talamanca que se ubica al norte. Además, limita con la Fila Brunqueña al sur, la cual es producto de la formación de un antearco sedimentario de edad miocénica (27 - 5 Ma)[2].

El cantón de Coto Brus se desarrolla en el marco de un clima tropical húmedo (estación seca corta) con una temperatura promedio: 22°C. Sus precipitaciones oscilan entre 2000-4000 mm anuales lo que influye de manera drástica en el modelado de relieves de montaña. Una característica interesante de estos territorios son sus suelos, los cuales varían entre Ultisoles (de una avanzada edad y meteorización) e Inceptisoles con características ándicas producto de las cenizas del

[1] Eduardo Chinchilla Valenciano, *Atlas Cantonal de Costa Rica*, San José, Costa Rica, Instituto de Fomento y Asesoría Municipal, 1987.
[2] Adolfo Quesada Román, "Condición de uso de la tierra del distrito San Vito, Coto Brus, Puntarenas", *Revista Reflexiones* 92 (1), 2013, pp. 58-60.

Volcán Barú (Panamá) durante el Cuaternario, lo que ha permitido el desarrollo del cultivo del café entres los 800 - 1200 msnm[3].

Los inicios de la actividad cafetalera en la primera etapa del proceso de colonización de Coto Brus (1940-1965)

Al iniciar la década de 1940, los gobiernos de Costa Rica y Panamá comenzaron a demarcar su frontera común tras la firma del Tratado Echandi Montero-Fernández Jaen (1941), por lo que se pone fin a una disputa territorial de varios decenios que se remontaba a la época en que Panamá era parte de Colombia. Las tierras que constituyen el actual cantón de Coto Brus estaban divididas entre los cantones de Golfito y Buenos Aires, que a su vez habían sido desmembrados del cantón de Osa, fundado en 1914, que abarcaba las tierras y poblaciones del sur de Costa Rica y cuya cabecera se encontraba en la ciudad de Buenos Aires[4].

Desde el punto de vista histórico, las tierras cotobruseñas fueron ocupadas principalmente por habitantes de la etnia ngöbe-buglé (conocida anteriormente como guaymí), pueblo transfronterizo de origen chibcha que se instaló principalmente en las secciones montañosas, donde hoy día se asienta el Territorio Indígena de La Casona[5]. Además, fue notoria la presencia de colonos mestizos procedentes de la provincia panameña de Chiriquí, quienes desde el siglo XIX se habían establecido y fundado poblados en distinto sitios de la Zona Sur de Costa Rica, entre ellos Cañas Gordas, punto limítrofe entre Costa Rica y Panamá, ubicado en la antigua ruta

[3] William F. Manger, *Colonization on the southern frontier of Costa Rica: a historical cultural landscape*, Thesis (M.S.) Memphis State University, 1992.

[4] Instituto Geográfico Nacional, Departamento de División Territorial y Nomenclatura, *División territorial administrativa de la República de Costa Rica*, San José, Costa Rica, Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT), 2009. Dennis Arias Mora, "Aproximación al estudio de la historia del cantón de Osa (1914-1990)", *Diálogos. Revista Electrónica de Historia*, 8 (2), 2007-2008, pp. 78-123, disponible en: http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/dialogos/article/viewFile/18342/18534.

[5] Instituto de Desarrollo Rural, *Plan de Desarrollo Rural del Territorio Buenos Aires - Coto Brus 2015-2020*, San José, Costa Rica, INDER, s.f.

colonial que comunicaba ambos territorios[6]. Mileidy Salazar[7] describe esa presencia inicial de colonos chiricanos en Coto Brus:

> "Por el año 1900 perdido entre las montañas de Cañas Gordas vivía Maximiliano Peralta con toda su familia. Poco tiempo después en 1902, llegó don Pedro Rodríguez Revolledo, el cual se instaló después en Cañas Gordas. Después de los Peralta y Rodríguez entraron otros panameños a la zona, como Gustavino y Pedro Castrellón, que se asentaron en Las Cruces y Java".

A raíz del avance de la frontera agrícola en las zonas periféricas de Costa Rica que se experimentó hacia mediados del siglo XX[8], flujos de población campesina procedente del Valle Central se dirigió hacia la Zona Sur del país y se estableció en tierras de Coto Brus, donde fundaron asentamientos como Sabalito, próximo a la frontera con Panamá, que se va a convertir en uno de los polos de desarrollo del futuro cantón.

Estos colonos deforestaron la montaña para establecer sus propias fincas y dedicarlas a la producción agrícola, donde cultivaron maíz, frijoles, arroz, rábano y repollo, por lo que Sabalito empezó a crecer muy rápido y pasó a ser un punto muy atractivo para los emigrantes del Valle Central en busca de tierras en una época en que la frontera agrícola era cada vez más reducida.

En el momento en que estos colonos fueron notificados por el Ministerio de Agricultura a finales de la década de 1940 que la zona oscilaba entre los mil y mil doscientos metros de altura y debido a la alta calidad de suelos de origen volcánico, se introdujo el cultivo del café mediante la distribución gratuita de almácigos para

[6] José Luis Amador, "¡Corre sangre chiricana por las venas del Sur! Elementos para interpretar la construcción de una región. El caso de Potrero Grande", *Diálogos Revista Electrónica de Historia*, número especial, 2008:2272-2297, disponible en: http://www.historia.fcs.ucr.ac.cr/articulos/2008/especial2008/articulos/07-regional/96.pdf. Claudio Barrantes Cartín, *Lejano Diquís*, San José, Costa Rica, ICER - UNED, 2015, p. 135.

[7] Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes, Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural, *La historia del Pacífico Sur contada por sus pobladores*, San José, Costa Rica, MCJD, 1990, p. 76.

[8] Ana María Botey Sobrado, *Costa Rica entre guerras: 1914-1940*, San José, Costa Rica, Editorial de la Universidad de Costa Rica, 2005, p. 5.

formar los cafetales, a los que se les agregó sombra mediante la siembra de banano. De acuerdo con Lilliana Rojas[9]:

> "Las primeras plantas de café […] eran 900 de las cuales Don Joaquín [Chavarría] se dejó 300, Víctor Pineda 300 y Don Luis Valverde se dejó las restantes, las cuales produjeron lo suficiente para continuar plantando. Don Luis Chacón construyó el primer recibidor y los financiaban para que compraran café".

Con el avance del café, se relegaron cultivos como el arroz y algunas hortalizas, que al inicio fueron importantes, pero empezaron a producirse a menor escala.

De acuerdo con Gutiérrez[10], los sabaliteños tuvieron dos grandes dificultades a la hora de comercializar el producto de sus primeras cosechas de café: 1) la distancia entre Sabalito y Punta Riel (llamada después Villa Neily y actualmente Ciudad Neily), en la Carretera Interamericana, era de aproximadamente unos 30 kilómetros y 2) los caminos que atravesaban la Fila Brunqueña normalmente se encontraban anegados por las condiciones climáticas de finales de la estación lluviosa (octubre y noviembre). Para vencer estas dificultades, se llevó el café a caballo hasta Campo Tres, luego se trasladó en el camión de Ernesto Araya hasta Punta Riel y por medio de vehículos contratados en dicha localidad, los granos fueron transportados hasta el cantón de Pérez Zeledón y luego al Valle Central.

Los primeros granos producidos por los sabaliteños fueron colocados en manteados que usaron anteriormente para el secado de arroz y frijoles. El transporte era muy caro y no se obtenían buenos precios al final por trasladar el café sin procesar por las limitaciones que significaba su procesamiento a través de una máquina chancadora y de una tostadora. Ante este panorama, muchos de los primeros caficultores sabaliteños optaron por no producir más café ante las dificultades experimentadas a la hora de enviar el grano hasta el Valle Central.

[9] Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes, *La historia del Pacífico Sur*, p. 63. Un recibidor es un espacio construido para el acopio de los granos de café recolectados para ser enviados al beneficio donde son procesados.

[10] Juan Ramón Gutiérrez, *La gloria de dos titanes: la historia que no se ha contado*, San José, Costa Rica, Editorial Garabito, 2002: 19-40.

No obstante, la llegada del inmigrante chino Luis Wachong Lee a estas tierras en la década de 1950, cambió el panorama de los caficultores sabaliteños, debido a que este colono asiático se interesó en la producción cafetalera e instaló un beneficio para procesar el café, entre 1955 y 1956. No obstante, se requirió de mayores vínculos de solidaridad entre estos productores para obtener mejores precios con las ventas del café procesado, de ahí que surgió la idea de fundar COOPESABALITO, una iniciativa que ganó adeptos al asimilarse la idea que se podían obtener varios insumos sin pagar impuestos y otras garantías, por lo que se organizó un comité integrado por José Antonio Rojas, Herminio Zumbado, Marciano Barrantes, Joaquín Chavarría y otros productores, quienes se dieron a la tarea de difundir el proyecto y vincular al mayor número posible de socios. Para 1964 se logró conformar la cooperativa con 155 socios, entre ellos Luis Wachong, quien fue cediendo paulatinamente su beneficio a la Cooperativa, que años más tarde la adquirió por completo[11].

Paralelamente, a unos siete kilómetros al oeste de Sabalito, se estableció la colonia italiana de San Vito de Java, uno de los proyectos de colonización extranjera más exitosos en Costa Rica. Esta colonia fue fruto del contrato firmado el 12 de julio de 1951 entre Vito Sansonetti (1916-1999), representante de la Sociedad Italiana de Colonización Agrícola (SICA) y el Ing. Claudio Volio Guardia (1918-2014), Ministro de Agricultura e Industrias y representante del Gobierno de la República de Costa Rica, con el fin de impulsar el establecimiento de agricultores italianos en Coto Brus y fomentar los vínculos sociales y económicos entre los pueblos de Italia y Costa Rica.

Los primeros colonos italianos arribaron a Coto Brus a partir de 1952, por lo que se dedicaron a roturar las tierras que les habían asignados para fundar la colonia de San Vito de Java y se dedicaron a comercializar la madera de los bosques que fue adquirida por la Compañía Bananera de Costa Rica para sus operaciones en las tierras bajas de la Zona Sur.

De acuerdo con Rita Bariatti[12] el proceso de conformación de este asentamiento italiano se caracterizó por ser producto de una “inmigración familiar planificada.

[11] Ibid., pp. 206-227.
[12] Rita Bariatti, “Inmigrantes italianos en Costa Rica: Estudio de su integración mediante fuentes orales”, *Revista de Historia*, 20, 1989, p. 111.

Provenientes de la Italia problemática de posguerra, los colonos presentaron una gran heterogeneidad en la procedencia regional y en la ocupación previa. La colonización los canalizó hacia un nuevo trabajo común, conformando terratenientes dedicados casi exclusivamente al cultivo del café". Estos colonos, en palabras del pionero Ugo Sansonetti (1919)[13], procedían "de doce regiones distintas, desde el Piamonte hasta el Venetto [sic] y las Apulias".

El Estado costarricense autorizó la exención de impuestos de aduana para la adquisición de vehículos, maquinaria y repuestos destinados a San Vito, con el fin de fomentar el desarrollo agrícola impulsado por los colonos italianos[14]. El extinto Banco Anglo Costarricense destinó fondos para el establecimiento de una Agencia de Extensión Agrícola en dicha población, para el estímulo de las actividades económicas basadas en la agricultura[15].

La colonia de San Vito captó fondos procedentes del exterior, los más significativos fueron el préstamo girado por el Export-Import Bank de los Estados Unidos por $161.000 en 1955 y el de $1.250.000 gestionado por el Development Loan Found (DLF) en 1958. Ambos préstamos pudieron ser cancelados por medio de los recursos generados por las actividades económicas de la colonia, que a partir de 1955 contó con un aeropuerto local, construido a partir de una inversión inicial de 250 000 colones aportados por el gobierno costarricense –de un total de 1.000.000 de colones– cuyo funcionamiento fue vital para la conclusión del beneficio San Vito, propiedad de la SICA. Gracias a la inauguración de la ruta aérea entre esta colonia y el Valle Central, fue posible transportar el cemento y el combustible para la construcción del beneficio[16].

[13] Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes, *La historia del Pacífico Sur*, p. 78.
[14] Archivo Nacional de Costa Rica (ANCR), Fondo Agricultura e Industrias, exp. 608, 1960, ff. 2168 y 2259.
[15] Archivo Nacional de Costa Rica (ANCR), Fondo Agricultura e Industrias, exp. 608, 1960, f. 2213.
[16] Vito Sansonetti, *Quemé mis naves en estas montañas: la colonización de la altiplanicie de Coto Brus y la fundación de San Vito de Java*, San José, Costa Rica, Editorial Jiménez & Tanzi, pp. 32-33. El Development Loan Found (DLF) se transformó en la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (AID) en 1961.

La apertura del beneficio generó importantes ingresos económicos para los productores residentes en el naciente pueblo y luego se unirían para conformar COOPROSANVITO[17]. Los primeros quintales de café fueron enviados a San José por avión, por lo que el aeropuerto fue un punto valioso en el desarrollo de esta colonia y por mucho tiempo la aviación fue la forma más ágil de comunicación entre San Vito y el Valle Central. Las telecomunicaciones hacia el Valle Central se hacían por medio de una estación de radio.

La SICA se encargó también de la construcción de varios edificios públicos de San Vito, entre ellos la clínica, la escuela y la iglesia católica, por lo que la incipiente población atrajo también a colonos costarricenses que se establecieron en ella y fue posible el desarrollo de mecanismos de cooperación entre los pobladores nacionales y los europeos. Además, fue la primera localidad de Costa Rica que contó con servicio de telefonía automática[18].

Durante los primeros tres lustros que siguieron a la fundación de San Vito, los colonos europeos trabajaron sus tierras y progresivamente iban pagando la deuda a la SICA por sus terrenos con los ingresos generados en la producción de sus fincas, no obstante, muchos italianos no lograron pagar sus deudas y debieron retornar a Italia mientras que los colonos más prósperos fueron adquiriendo más y más tierras, cerca y fuera del centro urbano de San Vito y forjaron propiedades de considerable extensión.

La caficultura y sus repercusiones socioambientales en el desarrollo del nuevo cantón de Coto Brus (1965-1990)

Los pueblos de San Vito, Sabalito y Agua Buena crecían rápidamente a inicios de la década de 1960, por lo que sus habitantes comenzaron a gestar la idea de fundar un cantón que reuniera dichos asentamientos con el fin de fortalecer el apoyo estatal en la construcción de caminos, la implementación de mejores servicios públicos como agua potable, electricidad, salud y educación, para atender la demanda de una población creciente. Debido al aumento de la población y al creciente desarrollo de la producción cafetalera en la zona, se fundó el cantón de Coto Brus con la

17 Herzel Gera Weizmann, *Emigrantes a la conquista de la selva*. Segunda edición. San José, Costa Rica, s.e., 1987, s.n.p.
18 Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes, *La historia del Pacífico Sur*, p. 77.

promulgación de la Ley 3598 del 10 de diciembre de 1965 y se le asignó como cabecera a San Vito, que adquirió el rango de ciudad en 1970[19]. Este hecho permitió la instalación de un gobierno municipal en Coto Brus, un mayor desarrollo de la infraestructura de la zona y un fortalecimiento de las actividades productivas.

Precisamente, la caficultura se consolidó como la principal actividad productiva en el joven cantón de Coto Brus y se dio en el marco de las políticas desarrollistas impulsada por el Estado benefactor en Costa Rica entre las décadas de 1960 y 1970, que promovió el fomento de la agricultura y la ganadería en las zonas rurales del país.

El recién fundado cantón fue un punto altamente atractivo para personas que querían comprar tierras baratas u ocupar algunas de las pocas tierras baldías que podían ser colonizadas en el sector norte de su territorio en la década de 1960. Los distintos pueblos de Coto Brus fueron bastante atractivos para familias procedentes de los cantones alajuelenses de Grecia, Naranjo y Atenas, así como otros lugares del país, en particular de la provincia de Guanacaste. No obstante, la década de 1960 se caracterizó por los bajos precios del café que redundó en salarios mal pagados y dificultades para el pago de las deudas adquiridas por los colonos.

En ese mismo decenio, producto de la expansión de la frontera agrícola se configuraron los usos de la tierra típicos de Coto Brus: café, pastos y bosques (fotografía 1). Estos usos se alternaron dependiendo del sitio en que se ubicaron y el empuje o atracción económica hacia una actividad temporal. Esto dependía de la oferta y demanda de productos como el café y la carne, los cuales no tienen precios constantes y sus variaciones se reflejaban en los pulsos de mayor crecimiento y decrecimiento de sus áreas según las variables macroeconómicas nacionales e internacionales.

La década de los setentas fue provechosa para el cantón ya que se experimentó un repunte importante en los precios del café: en 1975 se pagó a $71,73 el quintal, que pasó a $141,96 en 1976 y a $229,21 en 1977, mientras que la superficie cultivada de café comprendió 5304 hectáreas en 1979[20]. Este vertiginoso crecimiento hizo que muchas personas acumularan grandes ganancias y se

[19] Instituto Geográfico Nacional, *División territorial administrativa*, p. 86.
[20] Weizmann, *Emigrantes a la conquista*, p. 56.

construyeron muchos edificios en el centro urbano de San Vito, por lo que fue un gran empuje para el desarrollo de Coto Brus. El incremento de los precios del café experimentado a partir de 1976 se debió a la influencia de las heladas que afectaron las plantaciones brasileñas[21].

La producción de café crecía con rapidez, debido a que el cantón empezó a percibir mayores ingresos de la venta del grano al mercado mundial. Muchas de las grandes fincas que fueron fundadas por los colonos u otorgadas por el Estado, fueron fraccionadas dando lugar a un mayor número de personas dedicadas en su totalidad a actividades agrícolas en el cantón, con excepción de los pocos comercios que se establecieron en los centros urbanos (San Vito, Sabalito y Agua Buena). Esta división de vastas áreas de tierras que se vendían o quedaban a merced de colonos promovió una mejor utilización de los recursos naturales disponibles y fomentó una estabilidad social, donde había más equidad entre los agricultores. Por supuesto, siempre hubo algunos colonos italianos y costarricenses que lograron aprovechar la bonanza para aumentar el tamaño de sus propiedades por medio de la compra de lotes a través del remate a precios bajos.

Un testimonio de la época evidencia la transformación del paisaje de las tierras donde se asentó la ciudad de San Vito:

> "En los años 1951-52 todo esto que forma el centro de un cantón próspero de 25.000 habitantes no era sino selva cerrada, sin un metro cuadrado de abra […] En veinte años –ejemplo único en el país– se ha convertido la cerrazón de selvas en un enjambre humano que produce nada menos que 100.000 fanegas de un café de excelente calidad, y en donde el clima sano y la gente trabajadora y amable, conforman una admirable comunidad, con un futuro brillante"[22].

No obstante, un factor que todavía limitaba el desarrollo de este cantón fue que sus principales centros urbanos (San Vito, Sabalito y Agua Buena), se encontraban alejados de la Carretera Interamericana y por ende, de otros centros poblacionales

[21] Héctor Pérez Brignoli, *Breve historia contemporánea de Costa Rica*, México, Fondo de Cultura Económica, 1997, p. 176.
[22] Club de Leones de Coto Brus, *Bodas de plata: San Vito de Java 1952-1977*, San José, Costa Rica, Litografía Caribe S.A., 1977, p. 26.

importantes, siendo Ciudad Neily el más próximo y distante a unos 30 kilómetros de San Vito. Otra limitante fue que la vía que los comunica atraviesa las quebradas laderas de la Fila Brunqueña. Además, hay una distancia de unos 150 kilómetros entre San Vito y San Isidro de El General, la principal ciudad de la Zona Sur, por lo que las dificultades en las comunicaciones terrestres hicieron que el dinero generado en Coto Brus se quedaba dentro del cantón y circulaba entre de los mismos comercios existentes, lo que permitió obtener recursos para el crecimiento económico cantonal al reinvertirse a través de un ciclo económico retroactivo.

Durante este período, los problemas ambientales más recurrentes fueron las altas tasas de erosión en todo el cantón, dada la elevada tasa de deforestación y apertura de campos para el cultivo; además, producto del mismo beneficiado del café y el mal tratamiento de las aguas oleaginosas, se dieron importantes afectaciones en las condiciones naturales de ríos y quebradas del cantón, especialmente en la flora y fauna de los cuerpos de agua, los cuales no se han recuperado de dichos efectos en el presente.

La caficultura y su impacto socioambiental en una época de transformaciones económicas (1990-2015)

A partir de la década de 1990 y fruto de la denominada "agricultura de cambio", impulsada por el Estado costarricense como parte de sus políticas neoliberales, las tierras de Coto Brus experimentaron un proceso de diversificación agrícola, en sintonía con las fluctuaciones del precio del café en el mercado mundial, lo que ha traído consecuencias para el desarrollo de la agroindustria cafetalera en los últimos lustros. La baja significativa en el precio internacional del café a mediados de ese decenio, hizo disminuir la producción del café e incidió en el incremento de la emigración cotobruseña hacia el Valle Central costarricense, así como a los Estados Unidos y Canadá[23].

Las diversas actividades que durante este periodo se observaron en el cantón y sectores cercanos que contribuyen de manera indirecta con su economía –ciertas zonas de los cantones de Corredores y Buenos Aires– han sido el desarrollo del

[23] Michelle Deugd, Crisis del café: nuevas estrategias y oportunidad, en Octavio Damiani, *Adversidad y cambio: estrategias exitosas de pequeños productores de café en Centroamérica*, San José, Costa Rica, RUTA, 2005, p. 10.

cultivo de tubérculos como el tiquizque (*Xanthosoma*) y el ñampí (*Colocasia esculenta*), ambos productos de alta demanda temporal, donde no han mediado los estudios técnicos y de mercado oportunos para limitar la creciente expansión por sembrar productos poco conocidos en la región y que a la postre provocan pérdidas económicas que llevan a la ruina a numerosas familias cotobruseñas.

Por otro lado, en ciertas regiones muy específicas del cantón durante este periodo se ha visto un incremento de los sembradíos de caña india (*Dracaena fragrans*) como producto alterno dentro de los cafetales, en cercas de potreros y propiedades privadas, que se exporta por medio de CoopeIndia de Palmares de Alajuela (u otras compañías) principalmente a Estados Unidos.

Otro de los productos que durante este período se han mantenido constantes son las hortalizas, entre ellas el chile dulce (*Capsicum annuum*) y el tomate. Coto Brus, dadas sus características de suelos volcánicos generados por la actividad del volcán Barú en Panamá, tiene condiciones idóneas para el desarrollo de estos cultivos, especialmente en los distritos de Sabalito y Agua Buena (cercanos a la frontera)[24].

Mientras avanza la diversificación agrícola, en este periodo se experimenta una caída estrepitosa de las áreas cultivadas de café (fotografía 2), lo que ha permitido la reforestación natural por la no renovación de estos terrenos o su pronta incorporación a otras actividades agrícolas o pastoriles. Un ejemplo de este proceso acontece en el distrito de San Vito. De acuerdo con Quesada[25], en 2005 las áreas de bosques constituían el 36,5% del total de su territorio, seguido de un 33,3% de pastos, 26,9% de cultivos permanentes (incluyendo café) y cerca de un 4% correspondiente a otros usos. Esta unidad político-administrativa brinda un panorama general de la situación del resto del cantón donde las características de uso de la tierra son similares.

A pesar del avance de la cobertura vegetal en Coto Brus, que ha ido de la mano también con las políticas ambientales del Estado costarricense, así como del establecimiento y consolidación de zonas protegidas como el Parque Internacional

[24] Jorge Eduardo Ramírez y Rafael Ángel Mata Chinchilla (comps.), *Caficultura de Coto Brus. Antecedentes, suelos y manejo del cultivo*, San José, Costa Rica, Instituto del Café de Costa Rica, 2003.
[25] Quesada, "Condición de uso", p. 63.

La Amistad (PILA), el Jardín Botánico Wilson, la Estación Biológica Las Cruces y la Zona Protectora de Las Tablas[26], este cantón aportó el 7,2% del total del café producido en Costa Rica para la cosecha 2005-2006[27].

A partir de julio de 2012, la difusión del hongo de la roya (*Hemileia vastatrix*) en las plantaciones de café a nivel nacional, asociado al aumento de las temperaturas y a la escasez de lluvias, provocó una caída de la producción y en el caso de Coto Brus, se perdieron cerca de 65.000 fanegas. La presencia de este hongo incidió en la crisis del sector cafetalero costarricense, que también experimentó el descenso del precio internacional del café, que se cotizó en $133,50 por quintal el 18 de diciembre de 2012 mientras costaba $234,90 el 11 de enero de ese mismo año[28].

El Estado debió destinar recursos para atender a los productores de Coto Brus afectados por la roya mediante el Fideicomiso Cafetalero. La cosecha de café en el cantón de Coto Brus fue de 146383 fanegas correspondiente al período 2012-2013, mientras que aumentó a 167761 fanegas para la cosecha de 2014-2015, incremento que estuvo relacionado con condiciones climáticas más benevolentes y el control de la roya[29].

Finalmente, entre los problemas ambientales asociados a las actividades agropecuarias desarrolladas últimamente en Coto Brus se señala las altas cantidades de agroquímicos utilizados, los cuales podrían contaminar los mantos acuíferos y aguas superficiales afectando la biota de los ecosistemas existentes. Por otro lado, las tasas de erosión se mantienen altas, dado que no se cultiva en curva de nivel en las laderas y se propicia un uso intensivo del territorio para fines agropecuarios que generan réditos económicos en poco tiempo.

[26] Instituto de Desarrollo Rural, *Plan de Desarrollo Rural*, pp. 29-30.
[27] Ministerio de Agricultura y Ganadería, *Plan estratégico de la cadena productiva de café. Período: 2007-2010*. San José, Costa Rica, MAG, 2007, p. [11].
[28] Marvin Barquero S., "Cosecha nacional de café bajó un 10% por ataque de la roya", *La Nación* (Costa Rica), 7 de enero de 2013, disponible en: http://www.nacion.com/archivo/Cosecha-nacional-cafe-ataque-roya_0_1316068451.html.
Una fanega equivale a 250 kilogramos y se emplea para medir la cantidad de frutos de café recolectados.
[29] Instituto del Café de Costa Rica, *Informe sobre la actividad cafetalera de Costa Rica preparado en el Instituto del Café de Costa Rica para los Delegados al XLIV Congreso Nacional Cafetalero Ordinario*, Heredia, Costa Rica, ICAFE, 2015.

Conclusiones

El café se introdujo en las tierras que hoy día forman parte del cantón de Coto Brus en la década de 1940, paralelo al proceso de colonización; se afianzó como cultivo con el establecimiento de las poblaciones de Sabalito y San Vito y llegó a su punto culminante con la bonanza cafetalera de mediados de la década de 1970. La crisis del decenio siguiente motivó la necesidad de una diversificación agrícola que provocó la disminución de la superficie cultivada del café pese a que sigue siendo una de las principales zonas productoras de Costa Rica y una de las actividades económicas más importantes de este cantón.

El esquema típico del crecimiento de la frontera agrícola en el cantón de Coto Brus se basó en el cambio en el uso de la tierra de bosques a café y pastos, la llegada de tecnologías de mayor eficiencia como la motosierra favoreció que las tasas de deforestación llegaran a ser las más altas entre la década de 1960 y 1970.

La expansión del cultivo del café durante la segunda mitad del siglo XX produjo el período de mayor deforestación en el cantón. De acuerdo con el estudio de Zahawi et al.[30], entre 1947 y 2014, se perdieron 22.538 hectáreas de bosque en un sector de 13 km a la redonda en una zona de influencia directa de la Estación Biológica Las Cruces (ubicada al sur de San Vito), lo que equivale a una pérdida del total del área boscosa estudiada en un 70,3%.

La paulatina implementación de políticas a nivel nacional en materia ambiental a partir de la década de 1980 y su afianzamiento en el decenio de 1990 permitió que las altas tasas de deforestación mermaran. Otras situaciones que favorecieron esta condición son los inestables precios internacionales y nacionales del café y de la carne, lo que provocaron un decrecimiento en la expansión de las áreas cultivadas de café y las de pastoreo.

El tridente típico de usos de la tierra para Coto Brus, dadas sus condiciones geomorfológicas, edáficas, climáticas y ecosistémicas, son la asociación de café (o cultivos temporales), pastos y bosques. Este patrón favoreció la fragmentación de

[30] Rakan A. Zahawi, Guillermo Duran & Urs Kormann, "Sixty-Seven Years of Land-Use Change in Southern Costa Rica", *PLoS ONE*, 10 (11), 2015, e0143554, doi:10.1371/journal.pone.0143554.

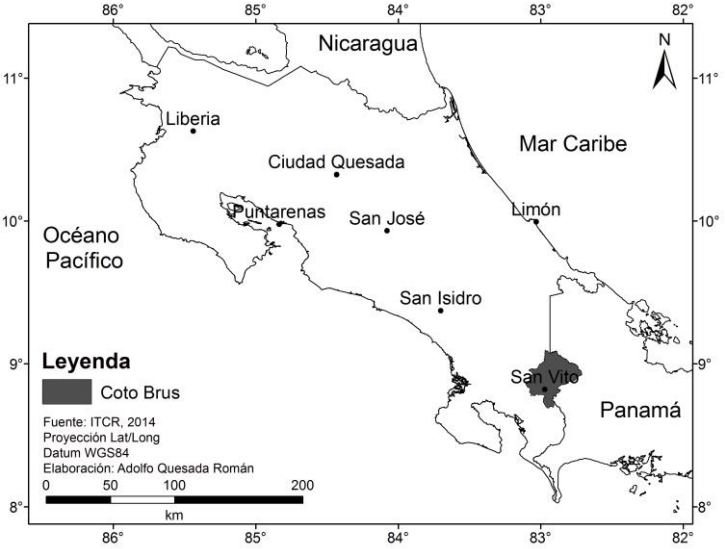
los bosques y pone un importante reto para la conectividad de áreas protegidas, tanto estatales como privadas, cuya presencia en el cantón ha favorecido el surgimiento de actividades ecoturísticas que han contribuido con su diversificación económica.

Agradecimiento

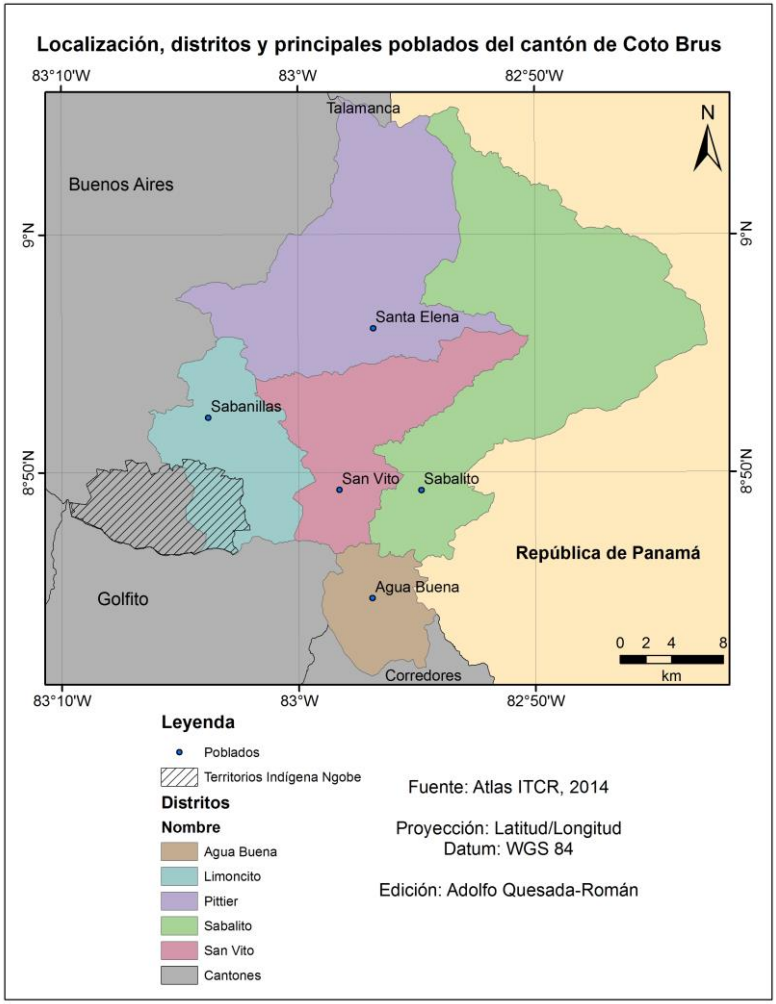
Los autores agradecen al Programa de Estudios Sociales de la Ciencia, la Técnica y el Medio Ambiente (PESCTMA) del Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI) de la Universidad de Costa Rica por su apoyo para la realización de esta investigación. Se agradece también la colaboración de Oscar Calvo Solano, Edgardo Gallo Guzmán y Luis Omar Mora Sandí por su aporte en la búsqueda de fuentes para el presente trabajo.

Mapa 1

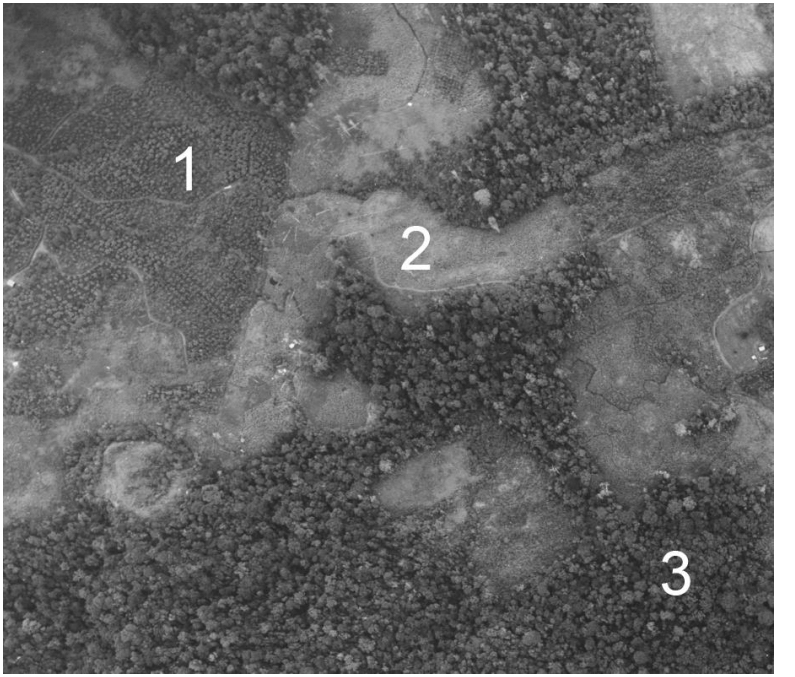
Ubicación del cantón de Coto Brus en el territorio de Costa Rica



Mapa 2


Localización, distritos y principales poblados del cantón de Coto Brus
83°10'W
83°W
82°50'W
9°N
8°50'N
N
Talamanca
Buenos Aires
Santa Elena
Sabanillas
San Vito
Sabalito
República de Panamá
Agua Buena
Golfito
Corredores
0 2 4 8
km
Leyenda
Poblados
Territorios Indígena Ngobe
Distritos
Nombre
Agua Buena
Limoncito
Pittier
Sabalito
San Vito
Cantones
Fuente: Atlas ITCR, 2014
Proyección: Latitud/Longitud
Datum: WGS 84
Edición: Adolfo Quesada-Román

Fotografía 1
Uso de suelo en Coto Brus



Nota: 1) café, 2) pastos y 3) bosques. Este patrón se mantiene hasta la actualidad con la variante de que el café está siendo sustituido por otros cultivos.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional. *Fotografías aéreas de San Vito a Sabalito escala 1:5000*, 1960.

Fotografía 2
Cafetal en el cantón de Coto Brus

Fuente: Archivo Fotográfico de Oscar Calvo Solano, 2012.

Avances y retrocesos en la defensa del maíz nativo en México: una mirada desde las organizaciones de la sociedad civil

Juanamaria Vázquez G.

Introducción

La biotecnología de los organismos genéticamente modificados (OGM) ha sido una amplia fuente de controversia, sobre todo porque sus creadores y las empresas que los producen, afirman que es un conjunto de técnicas iguales a las que utilizan los campesinos desde hace miles de años para desarrollar plantas: la manipulación de los genes para el mejoramiento genético de la planta. No obstante, campesinos mexicanos señalan que su técnica de mejoramiento ha sido la selección de las mejores semillas cosecha tras cosecha[1]. En esto consiste su mejoramiento genético. De hecho, científicos a favor del mejoramiento genético, afirman que las prácticas tradicionales basadas en la generación de ecosistemas agroecológicos de cooperación (milpa), orientados a la mejora de la agrobiodiversidad responden más a un modelo sustentable y amable con la naturaleza, que los que proponen las multinacionales agroindustriales[2].

Por su parte, los biotecnologos señalan que las prácticas tradicionales de cultivo son obsoletas y supersticiosas. De hecho, sostienen que la modernidad y la globalización ejercen una presión para que tales prácticas se erradiquen para dar paso a sistemas controlados por las agroindustriales. Y de hecho lo hacen, presentando un enorme aparato de mercadotecnia que respalda sus afirmaciones, sumado al creciente cabildeo dentro de los congresos de países-objetivo como es México[3], con el fin de introducir políticas y leyes acordes a sus proyectos de expansión. Aunado a esto, la organización mundial de comercio (OMC) ha abogado por un sistema de deliberación democrática en lugar de una ciencia poco

[1] S. J. López, Entrevista realizada en la UNICAM. Morelos, México, Julio 2013.
[2] Bryan Wynne, "Global Science, Mexican Maize and Molecular Neoliberalism: shifting foundations of science, innovation and policy for sustainable food and agriculture", en E. Álvarez-Bullya y A. Piñeyro, (Coords.), *El maíz en peligro ante los transgénicos*, México Ed. UNAM-UCCS, 2013: 280-281
[3] S.C.V. Entrevista sobre la revisión de la negociación de la ley de bioseguridad, 2014.

concluyente para resolver los conflictos resultantes de controversias científicas[4] como el caso del maíz genéticamente modificado en México.

En este contexto, se presenta en este documento la investigación sobre la resistencia de organizaciones de la sociedad civil en México, sus acciones particularmente frente a Monsanto, amén de otras empresas agroindustriales (demanda colectiva contra dichas empresas y en contra el gobierno mexicano y sus agencias).

Antecedentes

Durante la revolución verde, se establecieron centros de investigación y mejoramiento agrícola en los principales centros de origen a nivel mundial, es decir los lugares en donde se concentraban los principales cultivos del mundo, entre ellos el maíz de México. Estos centros permitieron la extracción de importantes recursos genéticos y conocimiento tradicional ancestral de las poblaciones locales para nuevas investigaciones[5].

A partir de la creación de dichos centros N. Bourlag pudo estudiar el mejoramiento de plantas consideradas alimento básico así como las prácticas milenarias vinculadas a estas plantas y realizadas por los pobladores en México[6]. En México se estableció el CIMMYT[7] y gracias a los trabajos de mejoramiento que Bourlag realizó aquí se le concedió el premio nobel. No obstante, es importante mencionar que otro de los objetivos detrás de la creación de este centro fue crear un polo de influencia en la política agraria mexicana, a través de la primera oficina de estudios especiales que posteriormente se formalizaría como CIMMYT[8].

[4] Jan Bohanes, "Risk regulation in WTO Law: A procedure-based approach to the precautionary principle", *Columbia Journal of Transnational Law*. (Heinonline, USA) 40, N. 2, 2002: 323-389

[5] P. Morris et al., "Breeding and the Public Sector: Who Will Train Plant Breeders in the U.S. and around the World?", *HortoScience* 41, N. 1. Ed. Sheridan Custom Publishing Direct™ USA. 2006: 30-39

[6] E. Fitting, *The struggle for maize: Campesinos, workers and the transgenic corn in the Mexican countryside*, USA, Duke University Press, 2011, pp. 35-36.

[7] Centro de Investigación y Mejoramiento del Maíz y el Trigo.

[8] J. H. Perkins, *Geopolitics and the green revolution*, Oxford, Ed. Oxford University Press. 1997.

Cabe mencionar que la vinculación entre agricultura, política e intereses de empresas agroindustriales tiene una larga historia y en la actualidad[9-10-11], resulta importante tener en cuenta la forma en que se van entretejiendo las cadenas de producción global y los discursos que las promueven, sobre todo cuando existen afectaciones a las poblaciones locales. Y en el caso de México, esta situación no ha sido excepción. De hecho, a través de la instauración de los programas de la revolución verde, se pretendió erradicar el hambre en el mundo; pero lo que se ha ido erradicando han sido los recursos genéticos de los principales centros de origen. La FAO reconoce la pérdida del 75% de éstos a nivel mundial[12-13].

Aunado a ello, para el año 2011, el hambre mundial se incrementó a más de 1.000 millones de personas en el planeta[14], paradójicamente en un mundo en donde se ha generado la mayor producción alimentaria para sostener a más del doble de la población mundial, así como la mayor generación de semillas GM orientadas a la producción agroindustrial, siendo la producción de la soya y maíz GM parte de la problemática que condujo a la crisis alimentaria en 2007-2008 en la que se elevaron los precios de los alimentos[15].

Caso México

En 2001 se encontró evidencia de maíz GM en diferentes lugares de Oaxaca[16]. El problema que se presentaba en ese momento era la introducción de este maíz, no obstante la existencia de una moratoria que lo prohibía, aunado al hecho de ser

[9] JM. Vázquez G., *La emergencia de los nuevos actores de las Relaciones Internacionales: Estrategias de defensa para los recursos genéticos del maíz frente a los organismos genéticamente modificados*, UNAM (Tesis de maestría), noviembre 2014.
[10] H. Paul, y R. Steinbrecher, *Hungry corporations*, London, Zed Books, 2003.
[11] H. Stein, "Intellectual Property and Genetically Modified Seeds: The United States, trade and the developing world", *Northwestern Journal of Technology and Intellectual Property*. Vol. 3, Art. 4. N. 2, 2005: 158-178.
[12] CFRFA FAO, *Segundo informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura en el mundo* (resumen), 2010.
[13] FAO, *Biodiversidad agrícola: utilizarla para que no se pierda*, Roma., 2010.
[14] FAO, *925 millones de personas sufren hambre crónica en el mundo*, Roma, 2010.
[15] H. De Gorter et al., "Biofuel policies and food grain commodity prices 2006-2012: All boom and no bust?", *Ed. AgBioForum*, 16. N. 1, USA, 2013: 1-13.
[16] I. Chapela, D. Quist, "Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, México", *Nature Journal* (Ed. MacMillan USA) N. 414, 2001: 541-543.

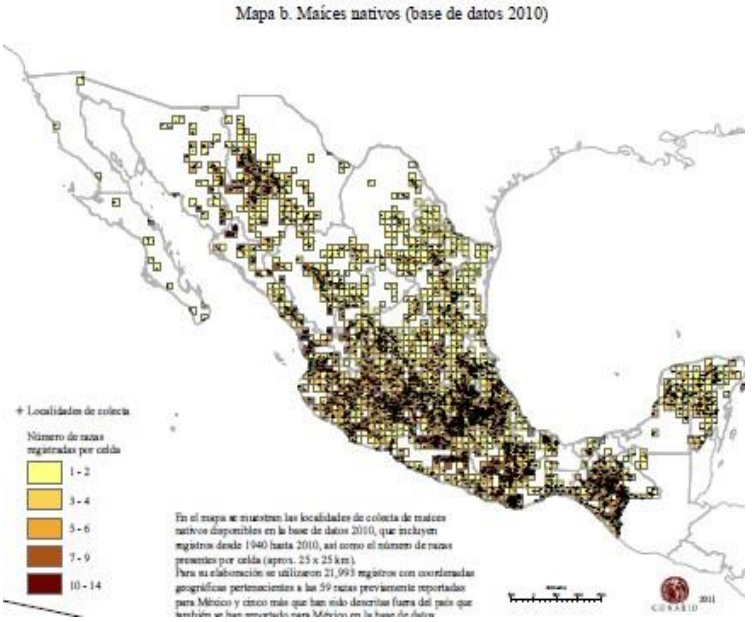
México el centro de origen del maíz nativo. Es aquí donde se ha consolidado el proceso de domesticación, adaptación y variación de esta planta alimenticia.

La designación de un **centro de origen** de una planta, es la conjunción en un lugar determinado de una gran diversidad de razas y variedades de la misma planta, con características específicas de acuerdo al lugar[17], desarrolladas por los pobladores a lo largo del tiempo[18-19]. Esta designación hecha durante los largos viajes del genetista ruso N. Vavilov para hacer sus colecciones de semillas, fue generada en 1926 con el objetivo de recolectar semillas e información genética de las plantas.

Se ha discutido ampliamente respecto a la biotecnología de los OGM en el ámbito de la bioseguridad. De manera específica, sí éstas representan o no un riesgo tecnológico. Sin embargo, en el caso de México, el debate en torno al maíz, va mucho más allá de una cuestión tecnológica, ya que se considera que la introducción del maíz GM pone en riesgo no solo valores, tradiciones culturales y la biodiversidad de 64 razas y más de 22.000 variedades de maíz (Fig. 1); sino fundamentalmente el hecho de que pone en riesgo la seguridad alimentaria y la forma de subsistencia de una parte importante de la población[20-21].

[17] N. Vavilov, *Origin and geography of cultivated plants*, Cambridge, Syndicate of Cambridge University Press, 1992.
[18] Maíz nativo u originario de cierta región, adaptado a las condiciones del lugar.
[19] Eckhart Boege, "Centros de origen, pueblos indígenas y diversificación del maíz", *Revista ciencias de la UNAM* (edición especial con doble numero) N. 092 y 093, Marzo 2009: 18-28
[20] CONEVAL, *Informe de evaluación de las políticas de desarrollo social en México en 2014*, México, 2015.
[21] E. Álvarez-Bullya, et al., "Introducción", en *El maíz en peligro ante los transgénicos*, México, UNAM-UCCS, Colección Debate y Reflexión, 2013: 15-24.

Fig. 1. Distribución de los maíces nativos a lo largo del territorio nacional.



Fuente: CONABIO

El problema

En 2001 se generó una alarma al darse a conocer las investigaciones de I. Chapela y su asistente D. Quist sobre la presencia de maíz GM en Oaxaca[22]. Ello condujo a las primeras acciones de grupos de la sociedad civil y organizaciones ambientalistas quienes denunciaron el problema ante la Comisión de Cooperación Ambiental (CCA) derivada del Acuerdo de Cooperación Ambiental tripartita (ACA)

[22] Ob. cit., p. 542.

del tratado de libre comercio (NAFTA), solicitando una evaluación en función de la enorme biodiversidad del maíz[23].

Tras la valoración de la CCA, el resultado fue positivo para las OSC mexicanas recomendándose continuar con la moratoria del maíz GM, a pesar de los pocos estudios realizados hasta entonces sobre OGM, argumentándose el potencial e irreparable daño a la biodiversidad del maíz en México; sin embargo tras conocerse el dictamen realizado por científicos de renombre[24] se generó una fuerte crítica y presión para la comisión en virtud de sus resultados para la agroindustria.

En búsqueda de una forma de legitimación para los OGM, la agroindustria ha recurrido constantemente al discurso del hambre proponiendo a los OGM como la mejor forma de combatirla. No obstante, la revista *Nature* que ha sido apologista de esta biotecnología, ha generado un mayor debate señalando que la biotecnología no es la respuesta al hambre: "la primer generación de granos GM ha sido largamente irrelevante para los países pobres". "Ni la ciencia ni la tecnología por sí mismas son la panacea para la solución del hambre. Es la pobreza, no la falta de producción de alimentos la causa del hambre"[25].

Durante mucho tiempo, las OSC y las organizaciones ambientalistas han tratado de llamar la atención sobre esta declaración. No obstante, ha existido una batalla de la agroindustria por imponer el maíz GM en el mercado mexicano, entre las que destacan la presión sobre agencias gubernamentales mexicanas, el cabildeo de la agroindustria para la generación de la ley de OGM en 2005, la reorientación de los centros de origen, entre otras.

Frente a las acciones de las empresas, las acciones de las OSC tuvieron que ser cuidadosamente meditadas ya que la agroindustria ha reaccionado de forma agresiva en diversas ocasiones para presionar tanto a gobiernos como a agencias

[23] CONABIO, *Base de datos del Proyecto Global de maíces*, 2011. http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/InformedeGestion_V1.pdf

[24] E. Antal, "The United States and Mexico in the face of scientific uncertainty: regulating genetically modified organisms", *en Critical Issues in the New US-Mexican Relations: Stumbling Blocks and Constructive Paths*, CISAN, UNAM-Michigan State University, 2008, pp. 150-151

[25] *Nature Journal*, Nota Editorial "How to feed a hungry world" (Ed. MacMillan, USA) N. 466, 2010: 531-532.

gubernamentales. En el fondo del debate se instala una división por la forma en que cada nación decide alimentarse frente a los intereses comerciales de las empresas para ampliar sus mercados e introducir nuevos patrones[26]. En función de ello, las organizaciones sociales en México han generado acciones claves para proteger al maíz, no sólo como alimento básico de la sociedad mexicana, sino como legado cultural inmaterial culinario de México[27].

A lo largo de trece años han generado numerosas acciones a favor de proteger la biodiversidad del maíz[28]. Sin embargo, frente a la presión que generaron las numerosas solicitudes y pruebas experimentales de maíz GM en México, por parte de la agroindustria transnacional, el 5 de julio de 2013, las OSC tomaron la vía legal para demandar en forma colectiva al Estado, sus agencias, y a las transnacionales, generando una presión internacional sobre todos los actores involucrados[29-30].

Con esta acción se retrasó la decisión del Estado para autorizar la siembra de maíz transgénico o conocido como GM a través de una suspensión judicial para realizar pruebas experimentales realizadas por las empresas, hasta que se resuelva el conflicto en un juicio. De hecho, hasta el día de hoy están suspendidas todas las actividades de prueba y experimentación con maíz genéticamente modificado en territorio nacional, pese a las impugnaciones del gobierno mexicano a través de sus agencias (SAGARPA) y las de las empresas multinacionales[31-32].

En septiembre de 2016, la compra de Monsanto por la empresa Bayer por un monto de 66.000 millones de dólares representa una fusión de gran envergadura para México debido a dos situaciones: a) Bayer se transforma en un oligopolio en el mercado de las semillas y la farmacéutica con repercusiones ya que Monsanto

[26] P. McMichael, y M. Schneider, "Food Security Politics and the Millennium Goals", *Third World Quarterly* (USA) 32, N. 1, 2011: 119-139.
[27] UNESCO, *La cocina tradicional mexicana, cultura comunitaria, ancestral y viva - El paradigma de Michoacán. Patrimonio inmaterial de la humanidad*, 2010.
[28] Beatriz De la Tejera H, et al. "La producción de maíz en México y la introducción de OGM: ¿más inseguridades o soberanía alimentaria?", en *El maíz en peligro ante los transgénicos*, Ed. UNAM-UCCS. 2013, Cap. 16: 455-492.
[29] Ob. Cit. Pág. 207
[30] Demanda Colectiva Maíz. http://demandacolectivamaiz.mx/wp/demanda-contra-el-maiz-transgenico/.
[31] Ob. cit., p. 208.
[32] M. Concha, "Las mentiras de Monsanto", Periódico *La Jornada*, 21 de Julio de 2014.

representaba por sí sola, el 30% del mercado mexicano de semillas. En cuanto a Bayer, México representa el 25% de su mercado farmacéutico a nivel regional[33]. b) Representa una nueva amenaza para las OSC, dado la mayor penetración que tendrá la empresa en la región y en particular en México. Bayer representa la concentración de patentes y mercados de semillas híbridas y transgénicas.

Discusión

La discusión alrededor del maíz genéticamente modificado es altamente controversial en México. Debido a ello, numerosos especialistas a favor y en contra de la biotecnología de los organismos genéticamente modificados no logran establecer un común denominador. Sin embargo, cabe resaltar las palabras de la revista Nature: "los organismos genéticamente modificados son una herramienta esencial de la agricultura sustentable, sin embargo no son la panacea contra el hambre"[34].

La promesa constante de alimentar al mundo con la biotecnología, y particularmente con las semillas genéticamente modificadas va más allá de las expectativas que las empresas tienen. En muchos de los casos no han comprendido la situación de comunidades de campesinos y pequeños productores. De ahí que busquen expandir sus productos con todo tipo de mercadotecnias[35].

En principio, las empresas agroindustriales están en contra del libre y gratuito intercambio de semillas entre los campesinos como práctica[36]. Esto implica que se guarden semillas de una cosecha para otra y éstas sean obtenidas de las mejores cosechas previas. Esta práctica va en contra de las directrices de las empresas transnacionales, quienes buscan que los productores compren semillas cosecha tras cosecha y guardar semillas para cosechas posteriores representaría una demanda de cualquier empresa agroindustrial[37].

[33] S. Cuevas, "¿Por qué a México le importa la compra de Monsanto?", Periódico *El Financiero*, Mx. 15 de septiembre de 2009.
[34] Ob. cit., p. 532.
[35] ASV, Entrevista con actor de demanda colectiva. 2013
[36] Ob. cit. entrevista. López.
[37] Ob. cit., p. 41.

Cabe mencionar que la academia y la ciencia en México, se encuentran altamente divididos. Incluso científicos como Bolívar Z., ha favorecido la introducción de los OGM mediante su publicación Por un uso responsable de los organismos genéticamente modificados[38]. No obstante, surge un cuestionamiento a su interpretación del uso responsable: si algún grupo de pequeños productores utilizara maíz genéticamente modificado y provocara un desastre ecológico ¿Dónde estaría la responsabilidad de quienes recomendaron la introducción del maíz GM? Quedarían exentos, ya que se respaldarían en su recomendación de un uso responsable.

Los campesinos cultivan sus semillas confiando en su conocimiento tradicional, lo cual es ajeno a un uso **tecnológico responsable** con respecto a las semillas. Y por otro lado, la actual ley de bioseguridad de 2005 sobre los organismos genéticamente modificados en México, no tiene ejerce ningún tipo de sanción importante en contra de quienes provoquen un eventual desastre ecológico[39].

De esta manera, lo que las OSC mexicanas han tratado de establecer desde el inicio de su movimiento de resistencia, no es una lucha en contra de las empresas transnacionales, sino la protección de los medios de subsistencia y la alimentación de una amplia parte de la sociedad mexicana que vive en el campo en condiciones precarias y de las cuales el maíz es el alimento principal. De acuerdo con los indicadores de CONEVAL, sus cifras indican que un 23,3% de la población en México tiene carencia alimentaria por falta de acceso a los alimentos[40]. De ello parten las OSC para sus campañas y manifestaciones y así queda expresado en su sitio web[41].

Frente a esta controversia, diversos organismos han promovido la **deliberación democrática** para zanjar este conflicto[42] pretendiendo que todas las partes involucradas participen y establezcan una toma de decisiones acorde a la

[38] Z. F. Bolívar, *Por un uso responsable de los organismos genéticamente modificados*, México, Ed. AMC, 2011.
[39] Congreso de la Unión, *Ley de bioseguridad de organismos genéticamente modificados. México*, 2005.
[40] Ob. cit., p. 21.
[41] "Semillas de Vida. Análisis de coyuntura", Abril. 2016 http://www.semillasdevida.org.mx/index.php/analisis-de-coyuntura.
[42] Ob. cit., p. 353.

problemática. Sin embargo, no es un problema en el cual deban deliberar acerca de las capacidades de los OGM contra el maíz nativo. No es tampoco como otros autores argumentan, un problema a favor o no del uso de nuevas tecnologías[43]. Se trata de una toma de decisión respecto a la forma en que una amplia parte de la sociedad quiere alimentarse[44].

En este escenario, la presencia del Estado, resulta de vital importancia. Incluso se ha dejado ver en los medios, la alta posibilidad de insertar a los OGM como parte de su estrategia para una nueva reforma agraria, con el fin de alentar la inversión extranjera[45]. Las agencias especializadas del gobierno mexicano como CIBIOGEM, han promovido abiertamente su postura a favor de la introducción de maíz GM, descalificando a los científicos y activistas involucrados en la defensa del maíz nativo[46]. Sus afirmaciones se enfocan en la idea central de que México no puede rezagarse con respecto a la tecnología actual, ya que sólo ella es capaz de solucionar los problemas de rezago y pobreza existente en México. No obstante, la pobreza no es un problema de tecnología, es un problema de distribución y desigualdad[47].

Conclusión

La protección del maíz nativo en México dentro de sistemas agroecológicos (milpa), es parte de una práctica tradicional muy antigua que por su orientación hacia la colectividad, a lo gratuito, quedan fuera de la perspectiva agroindustrial, que se orienta hacia la competitividad y el máximo rendimiento.

Tratar de conciliar estas posturas mediante un diálogo, o un modelo de **deliberación democrática** resulta en una discusión sin término debido a que no existen elementos comunes. Las OSC mexicanas buscan una ruta de autogestión alimentaria y proponen programas de productividad, que requieren el apoyo del gobierno federal. En muchas ocasiones sus propuestas han quedado descartadas

[43] Ob. cit., p. 150.
[44] Ob. cit., p. 483.
[45] RARL, "México prepara una nueva reforma agraria", Periódico *El Economista*, México, 14 de Mayo, 2015.
[46] CIBIOGEM, *Cuarta edición de puertas abiertas de la secretaría ejecutiva de la comisión intersecretarial de bioseguridad de los OGM*, México, 2013.
[47] Ob. cit., p. 532.

porque no se orientan hacia la rentabilidad o porque implica dejar fuera los intereses de agroindustriales.

En suma, tratar de comprender un proyecto de autogestión como el que proponen estas OSC, apoyadas por organizaciones ambientalistas, sale de los márgenes de un escenario de globalización y competitividad. Han sido acusados de retrógrados por las empresas agroindustriales, no obstante tener proyectos conservacionistas y sustentables. No buscan hacerse eco de los grandes discursos que surgen en las COP de Naciones Unidas, pero sí han buscado realizar acciones y mostrar evidencia fáctica que les permita demostrar sus argumentos. Finalmente estas OSC han demostrado que están dispuestas a resistir al capital de las empresas agroindustriales, a pesar de la fuerte presión que se ha ejercido contra ellas, porque afirman que perder la lucha por defender sus 63 razas de maíz nativo y más de 22,000 variedades, representa perder su alimento principal y su cultura.

Hidroeléctricas: ¿energías limpias?
El caso de Chicoasén II en Chiapas, México

Catalina A. García Espinosa de los Monteros

En Chicoasén, localidad del estado de Chiapas al sureste de México, se está construyendo la planta hidroeléctrica Chicoasén II, la quinta generadora emplazada en cascada sobre la pendiente del río Grijalva. La potencia nominal total será de 240 Megawatts (MW) y el promedio anual de generación será de 571 Gigawatts-hora[1].

Los argumentos oficiales para construirla son dos:
a) El sistema eléctrico nacional (SEN), requiere producir al menos 4.3% adicional entre 2012 y 2025;
b) Permitirá sustituir el consumo de 781, 372 barriles de petróleo al año y se ahorrarán 41 millones de dólares puesto que no tendría que comprarse este energético primario.

Cuestionamos la validez de ambos argumentos. Expliquemos.

En todo sistema eléctrico debe existir un margen de reserva en la capacidad de generación instalada. La Comisión Federal de Electricidad, en el documento denominado *Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026*, define el Margen de Reserva como la diferencia entre la capacidad **efectiva** de generación del sistema y la demanda máxima coincidente, mientras que el Margen de Reserva Operativo es la diferencia entre la capacidad *disponible* y la demanda máxima coincidente[2].

Según los parámetros internacionales, el Margen de Reserva no debe ser superior al 18% y el margen de reserva operativo no debe exceder del 6%. La Comisión Económica para América Latina (CEPAL) recomienda no exceder un Margen Operativo de 17%.

[1] www.cfe.gob.mx/Licitaciones/Licitaciones/.../FTChicoasenII0512.p y http://www.cfe.gob.mx/Licitaciones/Licitaciones/Documents/CHCHICOASENII.pdf.
[2] sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PSE_2012_2026.pdf. p. 82.

El ingeniero Odón de Buen, explica que la industria eléctrica tiene dos componentes fundamentales de costo: el de la energía primaria utilizada para ser transformada en energía eléctrica, la cual puede ser obtenida de combustóleo, gas natural, carbón, agua, energía nuclear, energía geotérmica, celdas fotovoltaicas o energía eólica. El segundo componente está integrado por las máquinas generadoras, la infraestructura de la planta y los sistemas de transmisión y distribución. Un exceso de capacidad instalada que no genera, es un peso financiero para la empresa rectora del sistema, implica pagar costos de inversión sin obtener energía a cambio[3]. Esto ocurre porque los sistemas eléctricos son de balance instantáneo producción-consumo, la electricidad no puede almacenarse.

Una gestión técnica y económicamente viable del sistema eléctrico implica mantener el margen de reserva entre 15 y 17%. Actualmente, en virtud de la política de privatización, la Secretaría de Energía lo mantiene en una tasa de 29,7% y está planteando elevarlo hasta el 40% en 2019, para después disminuirlo paulatinamente hasta el 13,7% en 2029 mediante el retiro de las plantas públicas de la Comisión Federal de Electricidad para dejar en su lugar prácticamente solo las generadoras privadas[4].

Para febrero de 2015, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) tenía el 6,1% de su capacidad instalada en desuso, lo que significaba el 21% de margen de reserva, eso equivale a tener fuera de servicio toda la generación hidroeléctrica. La subutilización de la capacidad instalada tiene repercusiones también en los muy altos costos de importación de gas natural. Sólo en 2013 la importación de gas natural representó una erogación de 10 041 millones de pesos, la mayor parte del cual ingresa por la terminal de Manzanillo en el Pacífico, proviene de Camisea en la Amazonia peruana[5].

Por eso es inexplicable técnicamente la construcción de una nueva hidroeléctrica en el río Grijalva, no hace falta en el sistema y sí en cambio, representa el desalojo y despojo total de los pueblos zoques de este territorio. No se sostiene tampoco el argumento de que se trata de proveer de energía a esa zona del país, el sistema eléctrico está interconectado a escala nacional, de manera que la atención a una región del país puede hacerse con energía producida en otra sin ningún problema.

[3] www.energiaadebate.com/Articulos/marzo2009/DeBuenmarz09.htm.
[4] Fuente: PRODESEN/SENER/ASF, en *El Economista*, Agosto 19, 2015.
[5] *El Economista*, Febrero 23, 2015.

Desalojo de los pueblos zoques

Los proyectos actuales, en el marco del neoliberalismo, no se justifican en función de la necesidad del acceso, violan en cambio los derechos de los pueblos zoques, éste es su territorio ancestral del cual se afectarán 246 hectáreas, lugar donde habitan 5.159 personas. En el área de influencia del proyecto (822 hectáreas) además de los asentamientos humanos, con ellos conviven bosques de pino y encino, segmentos de selva baja caducifolia y varios cuerpos de agua.

Según el estudio de impacto ambiental, en la zona se encuentran doce especies de flora en estatus de protección por la Norma Oficial Mexicana, viven también 726 especies de fauna entre ellos mamíferos, dos especies de anfibios, cuatro de peces, doce de reptiles y diez de aves que se consideran como **amenazadas** o que requieren protección especial. El estudio señala que se producirán gases de efecto invernadero, si bien en bajo nivel; también reconoce que habrá efectos negativos en la calidad del agua y una disminución del caudal del río Grijalva[6].

La resistencia popular

Por estas razones y por la experiencia vivida a raíz de la construcción de las cuatro hidroeléctricas anteriores, se ha desarrollado una resistencia de las comunidades afectadas y se ha producido una división incipiente entre ellas. La razón de esto último se encuentra en que los habitantes de mayor edad han vivido la experiencia del incumplimiento de los compromisos del Estado.

En 1980, cuando se construyó la planta Chicoasén, la Comisión Federal de Electricidad se comprometió a pagar a los ejidatarios por las afectaciones a sus tierras, este pago no se concluyó. Tampoco se pagó por el usufructo de los bancos de materiales que usó la empresa, ni por el derecho de vía de los terrenos utilizados para emplazar las torres de transmisión, lugares donde actualmente no se puede hacer siembra ni pastoreo de ganado.

A pesar de que la hidroeléctrica se emplazó en su territorio ancestral, alterando todo su ciclo de vida, ellos ahora deben pagar altísimas tarifas por la energía eléctrica del orden de 500 pesos bimestrales, muy altas si se toma en cuenta su muy

[6] http://www.chiapasparalelo.com/noticias/chiapas/2013/12/impacto-ambiental-de-chicoasen-ii-en-chiapas/.

bajo poder adquisitivo. Hoy enfrentan severos conflictos con la Comisión Federal de Electricidad por este concepto. Los ejidatarios fueron obligados a abandonar sus tierras, sin recibir ningún beneficio y en cambio, han sido desproveídos de sus medios de vida. "Ya destruyeron todo. Las tierras son inservibles, ya no se pueden trabajar. La presa ha afectado mucho nuestra vida" dice Antonio Herrera.

Como él, otros ejidatarios denuncian "No tenemos información de la hidroeléctrica. No sabemos qué va a pasar con la población a orillas del río. La CFE dice que tiene permisos de los ejidatarios, pero no se los hemos dado. Se basa en un acta de asamblea falsa, que tiene firmas de propietarios muertos".

Quienes tienen mayor claridad respecto a las afectaciones son los ejidatarios más viejos, aquellos que tienen entre 60 y 90 años de edad quienes incluso han recurrido a la huelga de hambre. Algunos de los más jóvenes dudan o están de acuerdo con la obras, otros, como los 62 que en 2014 interpusieron amparos individuales, recurren a la vía legal, pero eso no ha detenido la obra[7]. Varios de ellos han sido encarcelados, entre ellos su abogado Arturo Ortega Luna detenido durante tres meses. Por otra parte, denuncian también la destrucción de vestigios arqueológicos de las zonas maya y zoque.

> "El pasado 28 de octubre de 2015 a la una de la mañana nuestro abogado Arturo Ortega Luna, le dictaron auto de formal prisión, la intensión [sic] de la CFE es que nosotros nos quedemos desprotegidos y que con eso meternos miedo es el modo de como el Gobierno del Estado de Chiapas Manuel Velasco Coello, abusa del poder que tiene contra los ejidatarios de Chicoasen quienes estamos exigiendo nuestro derecho"[8].

¿Energía limpia?

Chicoasén II, como muchas otras generadoras hidroeléctricas, plantea un problema epistémico de importancia para las ciencias ambientales: ¿El dato de que no producen CO2 es suficiente para postularlas como sistemas limpios de producción de energía eléctrica?

[7] http://www.contralinea.com.mx/archivo-revista/index.php/2016/03/25/chicoasen-ii-despojan-a-zoques-de-chiapas/.
[8] http://chiapasdenuncia.blogspot.mx/2015/11/ejidatarios-de-chicoasen-inician-huelga.html.

Si la Ecología es la rama de la Biología que estudia las interacciones entre los organismos animales y vegetales, cualquier juicio de esta disciplina, tendría que tomar en cuenta el conjunto de estas interacciones y de todas las poblaciones, incluyendo las del *homo sapiens*. De manera que la determinación de si algún tipo de estructuración de sistemas tecnológicos, si se postulan como respetuosos de estas interacciones, tendrían que tomar en cuenta todos los datos, no sólo uno de ellos, en este caso, la disminución de las emisiones de CO2.

En la argumentación neoliberal, la energía hidroeléctrica se postula como "energía limpia" en la presunción de "la fábula de la objetividad desnuda de toda pasión"[9] en este caso la fábula de la verdad absoluta de la Ecología.

Pero si no se aísla la Ecología de los actores concretos, si se observa toda la cadena vital, se advertirá en Chicoasén II, que los pueblos de la región están siendo desalojados, acosados y encarcelados por oponerse a esta obra que como en el caso de las otras cuatro hidroeléctricas, no trae consigo ningún beneficio a las comunidades humanas, a las 76 especies de flora catalogada bajo estatus de protección y a las 726 especies de fauna.

Un conjunto de trabajos académicos, una oleada de movimientos sociales en América Latina y otras regiones, se erigen contra las intervenciones industriales y turísticas que trastocan las condiciones vitales de los seres humanos y sus acompañantes, los otros animales, selvas, bosques, agua, montañas, tierra.

Ha llegado el momento de pensar estos conflictos como cuestionamientos a nuestras nociones sobre el lugar de los seres humanos en el mundo, no como un conjunto homogéneo. No es igual el poder de las grandes transnacionales protegidas por los Estados, al poder de las comunidades humanas o no, afectadas por esta inmensa apropiación por despojo.

Este último planteamiento, nos lleva a cuestionar la presunta superioridad o dominio "natural" de los seres humanos (o en todo caso, de una muy pequeña fracción de ellos) sobre los demás seres vivos y sus soportes vitales, el territorio, sus recursos y su valor simbólico-cultural. Esta concepción, anclada a algunas tradiciones del pensamiento occidental, vinculada a la modernidad capitalista, es una

[9] Bruno Latour, *Politiques de la nature*. Paris, Ed. La Découverte/Poche, 2004, p.89.

suerte de justificación de la radical escisión ontológica postulada como "razón suficiente" para destruir el orden ecológico que permite la vida en el planeta.

Frente a esta argumentación destructiva, se erigen otras nociones, otro tipo de relaciones con los demás seres vivos y sus soportes. En esas otras concepciones, se piensa en los vínculos entre humanos y no humanos como los correspondientes a un "colectivo". Hay una diferencia esencial entre pensar en el hombre como dominador de la naturaleza y la formulación que comparten en común –entre otros– los pueblos mesoamericanos, los mapuches y los pieles rojas, "La tierra no nos pertenece, nosotros pertenecemos a la tierra".

Es necesario pensar una formulación distinta para las ciencias ambientales, tal vez la de Latour:

> "En lugar de una ciencia de los objetos y de una política de los sujetos, debiéramos disponer de una ecología política de los colectivos de humanos y de no humanos"[10].

Sirva el caso de Chicoasén II para propiciar nuestra reflexión sobre las llamadas Ciencias Ambientales en estos días.

[10] Ibíd., p. 98.

PROYECTOS DE INTERÉS

AMBIENTAL

Biocombustibles: elaboración, propiedades y calidad.
Situación actual en Rosario y su región y perspectivas futuras a nivel global

Ignacio Daniel Coria

La preocupación mundial por los problemas generados por el cambio climático en los ecosistemas y, por lo tanto, en la calidad de vida de los seres vivos, tiene como uno de sus ejes más relevantes la cuestión de la generación de la energía. Prácticamente a diario, en nuestro país, podemos escuchar hablar de la "crisis energética", y no sólo como una cuestión vinculada con la economía sino también con el cuidado del medio ambiente. Es por todos sabido que se ha incrementado significativamente la temperatura global desde la Revolución Industrial hasta el presente, debido mayormente a la quema de combustibles fósiles. Nuestras sociedades modernas requieren, para funcionar como las conocemos, una gran cantidad de energía que en un plazo no muy largo, lo sabemos, no podrá provenir de recursos finitos y no renovables como el petróleo, el gas natural y el carbón. Estas fuentes tradicionales de energía, que la humanidad ha venido utilizando masivamente desde el siglo XVIII, además de ser finitas, tienen además una enorme desventaja: son fuentes de energía "sucia", que producen contaminación y contribuyen a incrementar la producción excesiva de gases de efecto invernadero y, por lo tanto, al cambio climático. Frente a ellas, y para intentar paliar sus efectos negativos, en las últimas décadas han comenzado a desarrollarse nuevas fuentes de producción y almacenamiento de energía, las cuales, a diferencia de las anteriores, son renovables porque dependen, directa o indirectamente, del ciclo solar, y se generan en ciclos y recursos inagotables, como por ejemplo la energía solar, eólica, hidráulica, de la biomasa, maremotriz, los biocombustibles, etc. Estas energías renovables, además, tienen la gran ventaja de ser "limpias", es decir, no contaminantes.

En este trabajo nos detendremos específicamente en los biocombustibles, y de ellos, en los dos tipos más importantes: el biodiesel y el bioetanol, los cuales, en principio, pueden verse como una alternativa viable y ecológica a los combustibles fósiles. Analizaremos cómo se producen y cuáles son las ventajas y desventajas de su uso, y haremos una referencia especial a la producción de estos dos biocombustibles en la provincia de Santa Fe y la zona de Rosario. El objetivo es indagar si los biocombustibles, hoy por hoy, tienen la capacidad para sustituir al

petróleo y sus derivados a nivel mundial. Para ello, será imprescindible tener en cuenta factores que no se relacionan directamente con la química ambiental sino, como es de suponer, con la economía: los costos de las materias primas y los procesos industriales involucrados para producirlos, las altas inversiones necesarias para contar con la tecnología de punta que requieren esos procesos, la cuestión del financiamiento estatal, etc. Veremos, en definitiva, y teniendo en cuenta todos estos factores, si en el presente más inmediato se justifica o no la producción a gran escala de biocombustibles.

Se entiende por **biocombustible** aquel combustible de origen biológico que no se ha fosilizado. Son combustibles líquidos que por sus características físico-químicas resultan adecuados para sustituir a la nafta o al gasoil, ya sea de manera total o en mezcla con estos últimos o como aditivo, sin modificar los motores de combustión interna. Los biocombustibles se obtienen principalmente a partir de materia vegetal, pero también a partir de grasa animal, y un alcohol. Los dos principales tipos de biocombustibles, como se ha mencionado, son: el **biodiesel**, que se puede utilizar en lugar del gasoil, y el **bioetanol**, que puede sustituir a la nafta.

Aquí tenemos la principal razón para la fabricación y uso de los biocombustibles: poder reemplazar paulatinamente al petróleo y sus derivados. El petróleo es un recurso finito y no renovable, aunque hoy en día satisface el 80 % de las necesidades energéticas del planeta. Se calcula que las reservas de petróleo se acabarán en menos de 50 años, y que el gas natural tampoco durará muchos años. En cuanto al carbón, todavía hay importantes reservas, pero el carbón es altamente contaminante, sobre todo para la atmósfera, por la producción de gases de efecto invernadero.

La ASTM (*American Society for Testing and Materials*) define al biodiesel como un "éster monoalquílico de cadena larga de ácidos grasos derivados de recursos renovables para ser utilizados en motores diesel"[1]. El aceite para producir biodiesel se obtiene principalmente de plantas oleaginosas, tales como la colza, la soja o el girasol, si bien se pueden utilizar igualmente los aceites de fritura usados y las grasas animales. El biodiesel se utiliza en los motores de compresión, normalmente en forma de mezcla al 5% en los automóviles. El bioetanol, en cambio, se produce principalmente mediante la fermentación de granos ricos en azúcares o almidón, por

[1] Silvia Romano, en Silvia Romano, Erenio González Suárez y Miguel Ángel Laborde, *Combustibles alternativos*, Bs. As., Ediciones Cooperativas, 2005, p. 13.

ejemplo la caña de azúcar, los cereales (maíz, trigo, cebada), la remolacha azucarera y el sorgo, aunque también se puede elaborar a partir de madera. Mezclado con la nafta convencional, normalmente como aditivo al 5%, puede utilizarse en los motores modernos de explosión (automóviles) que no han sufrido modificación.

Analicemos más en detalle estos dos biocombustibles. El biodiesel se obtiene por la transesterificación de ácidos grasos con alcoholes en medio ácido o básico de triglicéridos. El producto obtenido es muy similar al gasoil obtenido del petróleo y puede usarse, como se ha dicho, en motores de ciclo diesel. El biodiesel de primera generación es el que utiliza para su producción aceites extraídos de distintas oleaginosas y el de segunda generación es el que utiliza como materia prima materia grasa recuperada luego de su uso. El biodiesel argentino proviene esencialmente de la transesterificación del aceite de soja, cuya producción se ha incrementado de manera exponencial en los últimos quince años. Las plantas de producción de biodiesel en Argentina tienen una producción promedio superior al promedio europeo y brasileño.

Desde el 1 de enero de 2010 (ley de Biocombustibles N. 26.093, sancionada y promulgada en 2006)[2] rige el *mix* de 5% de biodiesel y 95% de diesel proveniente del petróleo (B5), pero ya se ha pasado al 7% (B7). Lo mismo ocurre con el bioetanol. En Argentina, el principal mercado para el biodiesel de producción nacional es la exportación, aunque la utilización de biodiesel en el mercado interno ha ido aumentando significativamente desde 2007 hasta la fecha.

Algunas de las ventajas de la utilización de biodiesel son:

- Es un combustible renovable, biodegradable y no tóxico.
- Produce menor porcentaje de emisiones contaminantes.
- No produce dióxido de azufre.
- Su punto de inflamación (100°C) es muy superior al del gasoil (50°C), lo que facilita su almacenamiento y transporte.
- Es completamente miscible con el gasoil, por lo que se pueden usar mezclas en distintas proporciones antes o durante la carga.
- Posee excelentes propiedades lubricantes.
- Es el único combustible alternativo que funciona en cualquier motor diesel convencional, sin que sea necesario modificarlo.

[2] Disponible en: http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/115000-119999/116299/norma.htm [consulta: 24/01/17].

Pero la utilización de biodiesel también presenta algunas desventajas. Por ejemplo:
- Se necesita un aporte considerable de energía (calor) para producir biodiesel. Gran parte de esta energía se genera con combustibles derivados del petróleo, que se consumen en el proceso de transformación de la materia prima.
- Convertir ecosistemas naturales para producir biocombustibles basados en cosechas libera hasta 420 veces más de CO_2 que lo que este biocombustible ahorraría en un año.
- Se utilizan tierras en valiosas zonas agrícolas para la siembra y cosecha de oleaginosas que en lugar de emplearse para la fabricación de alimentos para los seres humanos se dedican a la producción de aceites vegetales para biodiesel[3].
- Leves disminuciones en las prestaciones del motor (aumento en el consumo de combustible y menor potencia del motor, del orden del 10%), dado que el poder calorífico del biodiesel es inferior al del gasoil.
- Leve aumento en la emisión de óxidos de nitrógeno[4].

El biodiesel tiene también algunas limitaciones, por ejemplo: su poder solvente puede generar obstrucción de mangueras, juntas y filtros; cuando se lo carga en tanques sucios por depósitos provenientes del gasoil, al "limpiar" dichos depósitos por disolución parcial, se puede terminar obstruyendo las líneas de combustible; puede presentar problemas de fluidez a bajas temperaturas (menores a 0°C); y tiene una escasa estabilidad oxidativa.

El uso de biodiesel provoca también impactos ambientales que tienen que ver con el incremento de: recursos primarios inorgánicos para producir fertilizantes; desechos no radiactivos como yeso; desechos radiactivos (por la electricidad generada en plantas nucleares); oxidantes fotoquímicos; uso de agua u acidificación de los óxidos de nitrógeno y sulfato y amonio[5].

Actualmente, a nivel mundial se utilizan fuentes alternativas al aceite de soja como materia prima para la elaboración de biodiesel. Una de ellas es el aceite de *jatropha curcas*, una planta oleaginosa de porte arbustivo muy resistente, que puede

[3] Para el intenso debate acerca de las conflictivas relaciones entre biodiesel, cultivos transgénicos y soberanía alimentaria, ver Elizabeth Bravo, *Encendiendo el debate sobre biocombustibles. Cultivos energéticos y soberanía alimentaria en América Latina*, Bs. As., Capital Intelectual, 2007.
[4] Cf. Silvia Romano, en *Combustibles alternativos…*, cit. pp. 40-43.
[5] Ver E. Bravo, *Encendiendo el debate…* cit., p. 40.

adaptarse prácticamente a cualquier tipo de terreno, y es usada para combatir la desertificación y rehabilitar tierras degradadas. Pero su principal singularidad, que la distingue de otras materias primas que actualmente se utilizan para producir biocombustibles, radica en que sus semillas son tóxicas, por lo que su aceite no es comestible y su precio no está influenciado por la competición por el uso alimenticio. De dichas semillas puede extraerse un 40% de aceite susceptible de ser procesado y transformado en biodiesel. La planta es tóxica gracias a su contenido en curcina y por esta razón la torta que es producto de la molienda de la semilla no se puede utilizar como alimento para el ganado. Los aceites más ampliamente utilizados para la fabricación de biodiesel, además del de soja, son aceite de colza (fundamentalmente en países de la Unión Europea) y girasol, aunque también se emplean, entre otros, los aceites de maní, palma, lino, nabo, aceites comestibles usados o grasas animales. En países asiáticos se estudió la posibilidad de utilizar aceites vegetales no comestibles (aceite de karanja, de Nahor, etc.), que abundan en algunos países de ese continente y son más baratos que los aceites comestibles. La medición de propiedades del biodiesel obtenido arrojó resultados satisfactorios. Además del menor costo, otra ventaja de utilizar aceites no comestibles para la fabricación de biodiesel es el hecho de que no se está disponiendo de una parte de un recurso alimenticio para la fabricación de un combustible. Por esto, en Sudamérica se están realizando ensayos de obtención de biodiesel a partir de aceites no comestibles como ricino, tung, algodón, cártamo, etc. También puede emplearse como materia prima para el biodiesel el aceite utilizado en las frituras. El aceite se almacena en un recipiente adecuado y se deposita en un contenedor especial para este producto. El contenido del contenedor es llevado a un centro de transformación y valoración, donde primero se realiza la separación del agua e impurezas y luego el aceite se calienta a 61ºC. El aceite resultante se mezcla con etanol y se produce glicerina (para la industria cosmética) y biodiesel.

En 2007 se produjo la primera exportación argentina de 5.000 toneladas de biodiesel a Europa, desde la planta Avellaneda (provincia de Santa Fe), propiedad de la empresa Vicentin SAIC. Hasta 2012, Argentina ocupó el primer lugar en el *ranking* de países productores de biodiesel a base de aceite de soja. Desde entonces, Argentina ha perdido varias posiciones. En el retroceso incidieron diversos factores como los altos derechos de exportación fijados por el gobierno nacional de ese momento, un régimen impositivo no conveniente, las medidas *antidumping* aplicadas por la Unión Europea y la posterior acción del gobierno español de excluir a las fábricas argentinas de biodiesel para vender a dicho país, entre otros.

Teniendo en cuenta la materia prima con la cual se produce en Argentina el biodiesel, no sorprende que la ubicación de las fábricas acompañe la distribución de las aceiteras, concentrándose en Santa Fe más de un 50%, en Buenos Aires un 29%, y el 21% restante se distribuye entre San Luis, Neuquén, Entre Ríos y Santiago del Estero.

Específicamente en la ciudad de Rosario, a comienzos de 2013 la intendenta Mónica Fein firmó un convenio con la empresa del Estado Municipal para el Transporte Urbano de Pasajeros (Semtur) y la Cooperativa de Trabajo Reciclado Rosario Sur para formalizar la iniciativa que promueve el reciclado de aceites vegetales usados (AVUs) para la producción de biodiesel para los colectivos de dicha empresa. Este acuerdo profundizó una labor que ya venía siendo impulsada desde el área de Economía Solidaria de la Municipalidad para la recuperación y el reciclado de desechos gastronómicos aportados por una red de 60 comercios del rubro adheridos al plan en el marco de sus políticas de Responsabilidad Social Empresaria. El programa de Reciclado de Residuos, que depende de la Subsecretaría de Economía Solidaria, brinda capacitación y asistencia a los emprendimientos que se ocupan de la recolección y comercialización de los AVUs generados por grandes empresas gastronómicas para ser transformados en el biodiesel que utilizarán las unidades de la Semtur. A nivel provincial, en el mes de septiembre de 2014, el Senado santafesino dio media sanción a un proyecto de ley enviado por el gobernador Antonio Bonfatti para controlar la reutilización de aceites vegetales y grasas animales para la producción específicamente de biodiesel[6]. La finalidad primaria del régimen era destinar los aceites vegetales usados (AVUs) a la producción de biocombustibles mediante la mezcla de los AVUs tratados con aceites vegetales no utilizados, o bien directamente, producir biocombustible exclusivamente con AVUs. La finalidad secundaria del proyecto de ley estaba relacionada con la prevención de la contaminación y la preservación del ambiente y la salud de las personas, evitando disponer de los AVUs de manera inadecuada.

Veamos ahora qué sucede con el bioetanol. El bioetanol proviene fundamentalmente del aprovechamiento de las plantas denominadas de Carbono 4, las cuales se caracterizan por ser las más eficientes en la conversión de energía solar a compuestos orgánicos fermentables para la obtención de bioetanol y otros

[6] Luis Rodrigo, "Aceites usados y reciclados como biocombustibles", Diario *El litoral*, 12/09/14. Fuente: http://www.ellitoral.com/index.php/diarios/2014/09/12/economia1/ECON-07.html [consulta septiembre 2016].

productos derivados. En Argentina, la totalidad del bioetanol hasta 2012 provenía de la caña de azúcar, y su principal destino no era como combustible, sino para uso en la industria de los alimentos, cosméticos y agroquímicos. Pero en 2012, de acuerdo con lo establecido por la ya mencionada ley 26.093, comenzó a ingresar al mercado etanol proveniente de maíz y sorgo y, a partir de ese año, todas las naftas debían cortarse con un 5% de bioetanol, pero se estima que en pocos años esta cantidad podría incrementarse significativamente. A principios de octubre de 2014, por primera vez en la Argentina la producción de bioetanol sobre la base de maíz superó a la de caña de azúcar, según la Bolsa de Comercio de Rosario.

Las ventajas para la producción y utilización del bioetanol son la existencia y disponibilidad de materia prima, la existencia de un marco regulatorio y el fortalecimiento de la matriz energética. Las desventajas de este biocombustibles, sobre todo en su producción, son la alta necesidad de capital inicial, la alta participación del maíz en los costos de producción y el elevado consumo de agua. Uno de los desafíos de esta industria es la transformación y empleo de los residuos industriales, convirtiendo así un contaminante en fuente de recursos energéticos.

Existe en la actualidad una planta de bioetanol en la provincia de Santa Fe: la que pertenece a la empresa Vicentin SAIC, en Avellaneda, inaugurada en 2012 y que elabora bioetanol a partir de maíz o sorgo. Existen además otros proyectos para la instalación de plantas productoras de bioetanol en la provincia de Santa Fe, como una planta en la localidad de Timbúes y otra en Villa Ocampo, en el norte santafesino, donde hay una cuenca cañera. Sin embargo, en ninguno de los dos casos ha habido avances significativos en los últimos años.

En relación con el bioetanol, es importante mencionar también que en la ciudad de Rosario la Dra. Nora Aimaretti, docente e investigadora de la Universidad del Centro Educativo Latinoamericano y del INTA Rafaela, se está dedicando a la investigación de la producción de bioetanol a partir de desechos agroindustriales. La Dra. Aimaretti y su equipo han publicado varios artículos científicos en prestigiosas publicaciones periódicas nacionales e internacionales, por ejemplo, sobre la utilización, como materias primas para la fabricación de bioetanol, de zanahoria, levadura de cerveza, salvado de trigo y masa panaria, los cuales servirían como sustratos para la producción de etanol de segunda generación[7].

[7] Por ejemplo, Nora R. Aimaretti y Carolina Ybalo, "Valorization of carrot and yeast dicards for the obtention of ethanol", *Biomass and Bioenergy*, N. 42, 2012: 18-23; Nora R. Aimaretti,

Finalmente, y por la importancia de este emprendimiento para Rosario y su región en general, y en particular para la Universidad del Centro Educativo Latinoamericano, en la cual me desempeño, quisiera señalar la construcción de la Planta Piloto UCEL-ASAGA en la localidad de San Jerónimo Sud, que fue recientemente inaugurada y ya está en funcionamiento. El proyecto de la Planta está direccionado a la extracción de aceites y grasas de origen vegetal; no sólo contempla el proceso extractivo sino que se extiende al tratamiento posterior de las harinas obtenidas para su utilización con fines alimentarios, tanto para seres humanos como también para animales. Además, el aceite y las grasas extractadas podrán ser sometidos, al igual que las harinas, a procesos especiales, como por ejemplo la refinación, etc., con el propósito de adicionar valor y ampliar sus posibilidades de utilización con fines alimentarios e industriales (biodiesel y otros). La Planta consta de los sectores: Preparación de los oleaginosos, Extracción de aceites, Refinación del aceite crudo y Producción de biodiesel. En esta etapa inicial, la Planta operará con semillas de soja y girasol; en una primera instancia, se realizará el proceso de rotura y preparación de las semillas, y posteriormente, la extracción con solvente (hexano). Parte del aceite obtenido se destinará, en una segunda instancia, a la producción de biodiesel por el proceso de esterificación con metanol.

Luego de estas consideraciones generales acerca de las características de los dos tipos más importantes de biocombustibles, su proceso de elaboración, materias primas, propiedades, ventajas, desventajas, limitaciones, impactos ambientales, etc., y algunas cuestiones específicas de la provincia de Santa Fe en cuanto a su producción y exportación, podemos extraer algunas conclusiones que más que nada pretenden llamar a la reflexión e incentivar a la generación de investigaciones posteriores sobre el tema.

De acuerdo con lo que hemos visto, el costo de producción de los biocombustibles es todavía demasiado alto como para que éstos puedan competir con los combustibles fósiles; mientras haya reservas de estos últimos, éstos seguirán siendo más baratos que aquéllos debido a los menores costos involucrados, comparativamente, para su obtención. En estos costos influyen de manera decisiva dos factores: a) los altos precios de las materias primas: en un planeta con niveles

Carolina Ybalo, María L. Rojas, Francisco Plou y Juan Carlos Yori, "Production of bioethanol from carrot discards", *Bioresource Technology*, N. 123, 2012: 727-732, y Nora Aimaretti, Carolina Ybalo, Mercedes Escorcia y Agustín Codevilla, "Revalorización de descartes agroindustriales para la obtención de bioetanol", *Invenio* 15, N. 28, 2012: 141-157.

récord de población mundial, se torna cada vez más valiosa la tierra cultivable y fértil, necesaria para alimentar a una cantidad creciente de seres humanos, y la demanda de cereales para producir biocombustibles no hace más que contribuir al incremento de los precios de estas materias primas que pueden alimentar no sólo a nuestros vehículos sino, significativamente, a millones de personas; y b) la alta tecnología necesaria para los procesos industriales involucrados, como lo demuestran las maquinarias presentes en las plantas que actualmente producen estos combustibles. A esto podemos agregar dos factores más: a) la gran cantidad de energía y agua para producir, justamente, otro tipo de energía, la de estos biocombustibles, con el consiguiente riesgo de caer en el círculo vicioso de producir (todavía poca) energía con mucha energía, y de producir energía limpia con energía sucia, y b) la frecuente falta de apoyo y financiamiento del Estado para los emprendimientos de producción de biocombustibles; de hecho, todos los mencionados aquí son iniciativas privadas.

Por otro lado, según Paul Crutzen, ganador del Nobel de Química de 1995, la cantidad de óxido nitroso que produce el cultivo de plantas para fabricar biocombustibles es tal que cualquier beneficio producido al evitar el uso de los combustibles fósiles se ve anulado. Y según el equipo de investigadores que dirige Crutzen, los abonos empleados en los cultivos llamados “energéticos” (porque se los destina a producción de biocombustibles) producen una enorme cantidad de nitrógeno; el óxido nitroso resultante es uno de los principales gases de efecto invernadero, junto con el dióxido de carbono y el metano.

Teniendo en cuenta todas estas cuestiones, y que, como se ha dicho, todavía los combustibles fósiles son fáciles de obtener y transportar, comparativamente más baratos de producir e increíblemente ricos en energía, podemos concluir que, a pesar de las ventajas que a futuro presenta, indudablemente, la eliminación del uso de la energía proveniente del petróleo, el gas natural y el carbón, y a pesar también del hecho evidente de que esta energía un día no muy lejano se agotará, hoy en día los biocombustibles tienen muy poca capacidad para sustituir al petróleo y sus derivados a nivel mundial, no ofrecen competitividad en comparación con ellos y por lo tanto no se justifica su producción a gran escala. Por supuesto, en el corto plazo es altamente probable que estas conclusiones provisorias tengan que ser revisadas y modificadas, pero por ahora aparecen como un panorama realista de la situación actual de los biocombustibles.

Qué son los compuestos orgánicos volátiles y cómo controlarlos

Rubén Daniel Tarizzo
Alejandro Tosi
Agustín More

Introducción
Qué son los COV y por qué hay controlarlos

Los COV son compuestos orgánicos volátiles altamente contaminantes que forman el smog, potencialmente dañinos para el medioambiente y la salud de quienes vivimos en él. Afecta significativamente la calidad de vida. Destruyen el ozono estratosférico por lo que aumenta drásticamente el efecto invernadero. El aporte generado por la actividad humana, aumenta constantemente los COV, entre ellas, además de la doméstica, están las industrias siendo las más relevantes; petrolera, alimentaria, transporte, siderúrgica, maderera, farmacéutica, plástica, de calzado, pinturas, barnices y lacas.

En dosis moderadas, pueden causar; mareos, dolores de cabeza, estomacales e intestinales, irritación de ojos, garganta y nariz, náuseas, vómito de sangre y desmayos. La exposición continua, aunque sean dosis bajas, es acumulativa por lo que fomenta el desarrollo cánceres, reacciones alérgicas, respiratorias, dermatológicas, lesiones neurológicas y otros efectos psiquiátricos como irritabilidad, falta de memoria, dificultad de concentración, etc. Por lo visto, es vital, controlar estos contaminantes. Desafortunadamente, esto no se lleva a cabo. Es por ello que nace el proyecto de integrar un equipo, liderado por el Ing. Daniel Tarizzo, que se encargue de realizar los controles necesarios y certifique la contaminación en el aire, según las emisiones dados los estándares internacionales, involucrando el intercambio de intereses, saberes y experiencias entre empresas, instituciones y gobiernos. El objetivo del equipo en formación permite la incorporación de profesionales retirados motivados por la misión de elevarle la calidad de vida, de salud, de familia a la comunidad. Ya que a través de los controles, se puede lograr una mejora continua medioambiental y productiva, respecto a las mencionadas industrias. Abriendo las puertas para nuevas investigaciones paralelas a tal fin. Los cromatógrafos son aparatos caros, pero ¿qué es caro tratándose de la salud y calidad de vida?

1. Motivos para la instalación de laboratorios destinados a medir la contaminación en aire, fundamentalmente COV

Los COV son compuestos orgánicos volátiles, suelen presentar una cadena con un número de carbonos inferior a doce y contienen otros elementos como oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno. Su número supera el millar, pero los más abundantes en el aire son metano, tolueno, n-butano, i-pentano, etano, benceno, n-pentano, propano y etileno. El origen de estos compuestos, si bien se producen en la naturaleza (COV biogénicos) deviene principalmente del generado por la actividad humana (COV antropogénicos). Estos contaminantes del aire, afectan significativamente la calidad de vida, ergo, el IDH. Destruyen el ozono estratosférico y generan el ozono troposférico, por lo que aumentan drásticamente el efecto invernadero.

El aporte humano, deviene de la actividad doméstica diaria como así también y, principalmente, la actividad industrial. Entre estas, cabe mencionar; petrolera, alimentaria, transporte, siderúrgica, maderera, farmacéutica, plástica, de calzado, pinturas, barnices y lacas.

Estos compuestos presentan las siguientes propiedades características responsables de sus efectos sobre la salud y el medio ambiente:
- Volatilidad: Se evaporan rápidamente a la atmósfera. Esta propiedad da lugar tanto a contaminación atmosférica como a importantes riesgos para la salud. La vía de entrada más peligrosa al organismo es la inhalación.
- Liposolubilidad: Al ser moléculas orgánicas, generalmente son liposolubles, presentando afinidad por las grasas, se acumulan en los tejidos grasos del cuerpo humano.
- Inflamabilidad: Arden con facilidad en contacto con el aire.
- Toxicidad: Las propiedades tóxicas van a depender de cada compuesto y de las condiciones de exposición. En dosis moderadas, pueden causar; mareos, dolores de cabeza, estomacales e intestinales, irritación de ojos, garganta y nariz, náuseas, vómito de sangre y desmayos. La exposición continua, aunque sean dosis bajas, es acumulativa por lo que fomenta el desarrollo cánceres, reacciones alérgicas, respiratorias, dermatológicas, lesiones neurológicas y otros efectos psiquiátricos como irritabilidad, falta de memoria, dificultad de concentración, etc.

Por lo visto, es vital, controlar estos contaminantes. Desafortunadamente, esto no se lleva a cabo. Es por ello que nace el proyecto de integrar un equipo, liderado por

el Ing. Daniel Tarizzo, que se encargue de realizar los controles necesarios y certifique la contaminación en el aire, según las emisiones dados los estándares internacionales, involucrando el intercambio de intereses, saberes y experiencias entre empresas, instituciones y gobiernos. Este tipo de trabajo se hace con captadores pasivos, llamados Radiellos, que contienen carbón activado con un tamaño de malla adecuado para la retención de los COV, un desorbedor térmico para la extracción de los compuestos depositados; un Cromatógrafo Gas-Masa para el análisis de los solventes volátiles y demás componentes básicos de laboratorio. Este tipo de instrumentos, debido a su sensibilidad, debe estar dedicado exclusivamente a estos compuestos .El objetivo del equipo en formación permite la incorporación de profesionales retirados motivados por la misión de elevarle la calidad de vida, de salud, de familia a la comunidad. Ya que a través de los controles, se puede lograr una mejora continua medioambiental y productiva, respecto a las mencionadas industrias. Abriendo las puertas para nuevas investigaciones paralelas a tal fin.

1.1. ¿Qué es el benceno?

El benceno, conocido también como benzol, es un líquido incoloro de olor dulce. El benceno se evapora al aire rápidamente y es sólo ligeramente soluble en agua. El benceno es sumamente inflamable. La mayoría de la gente puede empezar a detectar el olor del benceno en el aire cuando está en concentraciones de 60 partes de benceno por millón de partes de aire (ppm) y a reconocerlo como benceno cuando la concentración alcanza 100 ppm. La mayoría de la gente empieza a detectar el sabor del benceno cuando está en concentraciones entre 0.5 y 4.5 ppm en el agua. Una parte por millón equivale aproximadamente a una gota en 40 galones. El benceno se encuentra en el aire, el agua y el suelo. El benceno proviene tanto de fuentes industriales como naturales.

Fuentes y usos Industriales

El benceno fue descubierto y producido a partir de alquitrán en el siglo 19. Hoy en día, la mayoría del benceno se produce a partir del petróleo. Debido a su extenso uso, el benceno es una de las 20 sustancias químicas más producidas en Estados Unidos en términos de volumen. Varias industrias usan benceno para fabricar otros productos químicos, como por ejemplo el estireno (en Styrofoam® y otros plásticos), cumeno (en varias resinas) y ciclohexano (en nylon y fibras sintéticas). El benceno también se usa en la manufactura de ciertos tipos de caucho, lubricantes, tinturas, detergentes, medicamentos y plaguicidas.

Fuentes naturales

Las fuentes naturales de benceno, entre las que se incluyen las emisiones volcánicas y los incendios forestales, también contribuyen a la presencia de benceno en el medio ambiente. El benceno también se encuentra en el petróleo y la gasolina y en el humo de cigarrillos.

1.2. ¿Qué le sucede al benceno cuando entra al medio ambiente?

El benceno se encuentra comúnmente en el ambiente. Las principales fuentes de benceno en el ambiente son los procesos industriales. Los niveles de benceno en el aire pueden aumentar por emisiones generadas por la combustión de carbón y petróleo, operaciones que involucran residuos o almacenaje de benceno, el tubo de escape de automóviles y evaporación de gasolina en estaciones de servicio. El humo de tabaco es otra fuente de benceno en el aire, especialmente en el interior de viviendas. Las descargas industriales, la disposición de productos que contienen benceno, y las fugas de gasolina desde tanques subterráneos liberan benceno al agua y al suelo.

El benceno puede pasar al aire desde la superficie del agua y del suelo. Una vez en el aire, el benceno reacciona con otras sustancias químicas y se degrada en unos días. El benceno en el aire puede ser arrastrado al suelo por la lluvia o la nieve.

El benceno se degrada más lentamente en el agua y el suelo. El benceno es poco soluble en agua y puede pasar a través del suelo hacia el agua subterránea. El benceno no se acumula en plantas ni en animales.

1.3. ¿Cómo puede ocurrir la exposición al benceno?

Todo el mundo está expuesto diariamente a cantidades pequeñas de benceno. Usted está expuesto al benceno al aire libre, en el trabajo y en el hogar. La exposición de la población general al benceno ocurre principalmente a través de la inhalación de aire que contiene benceno. Las principales fuentes de exposición al benceno son el humo de tabaco, las estaciones de servicio, los gases del tubo de escape de automóviles y las emisiones industriales. Los vapores (o gases) de productos que contienen benceno, por ejemplo pegamentos, pinturas, cera para muebles y detergentes también pueden ser fuentes de exposición al benceno. El escape de automóviles y las emisiones industriales son responsables de

aproximadamente 20% de la exposición total de la población de Estados Unidos. Aproximadamente la mitad de la exposición al benceno en Estados Unidos es el resultado de fumar cigarrillos o de exposición a humo de tabaco. Un fumador típico (32 cigarrillos al día) recibe aproximadamente 1.8 miligramos (mg) de benceno al día. Esta cantidad es aproximadamente 10 veces mayor que la cantidad de benceno que recibe una persona que no fuma.

Los niveles de benceno al aire libre oscilan entre 0.02 y 34 partes de benceno por billón de partes de aire (ppb) (1 ppb es la milésima parte de 1 ppm). Las personas que viven en zonas urbanas o en áreas industriales generalmente están expuestas a niveles de benceno más altos que las que viven en áreas rurales. Los niveles de benceno en el hogar generalmente son más altos que al aire libre. La gente que vive cerca de sitios de desechos peligrosos, refinerías de petróleo, industrias petroquímicas o estaciones de servicio puede estar expuesta a niveles de benceno más altos.

Para la mayoría de la gente, la exposición al benceno a través de alimentos, bebidas o agua es menor que la exposición a través del aire. El agua potable contiene típicamente menos de 0.1 ppb de benceno. Se ha detectado benceno en algunos alimentos, bebidas alcohólicas y agua embotellada. La fuga de gasolina desde tanques subterráneos o desde vertederos o sitios de desechos peligrosos que contienen benceno puede contaminar el agua de manantiales. La gente que tiene agua de grifo contaminada con benceno puede exponerse al beber el agua o al ingerir alimentos preparados con el agua contaminada. Además, también puede ocurrir exposición al inhalar benceno al ducharse, al bañarse en tina o al cocinar con agua contaminada.

Las personas que trabajan en industrias que manufacturan o usan benceno pueden estar expuestas a los niveles de benceno más altos. Cerca de 238,000 personas pueden estar expuestas al benceno en el trabajo en Estados Unidos. Estas ocupaciones incluyen: manufactura de benceno (petroquímica, refinerías de petróleo y manufactura de carbón de hulla y coque), manufactura de neumáticos y almacenaje y transporte de benceno y de productos de petróleo que contienen benceno. Otras personas que pueden estar expuestas al benceno en el trabajo son los trabajadores en hornos de coque en la industria del acero, en la imprenta, industria de caucho, fabricantes de calzado, tecnólogos de laboratorios, bomberos y empleados de estaciones de servicio.

1.4. ¿Cómo entra y sale del cuerpo el benceno?

El benceno puede entrar a su cuerpo a través de los pulmones, el tubo digestivo y la piel. Cuando usted está expuesto a niveles altos de benceno en el aire, aproximadamente la mitad del benceno que usted inhala pasa a la corriente sanguínea a través de los pulmones. Cuando usted se expone al benceno en alimentos o bebidas, la mayor parte del benceno que ingiere pasa a la corriente sanguínea a través del tubo digestivo. Si la piel entra en contacto con benceno o con productos que contienen benceno, una pequeña cantidad de benceno pasará a la sangre a través de la piel. Una vez en la sangre, el benceno se moviliza a través del cuerpo y puede ser almacenado transitoriamente en la médula de los huesos y el tejido graso. El benceno es convertido a productos llamados metabolitos en el hígado y la médula de los huesos. Algunos de los efectos adversos de la exposición al benceno son causados por estos metabolitos. La mayoría de los metabolitos del benceno abandonan el cuerpo en la orina dentro de 48 horas después de la exposición.

1.5. ¿Cómo puede afectar mi salud el benceno?

Los científicos usan una variedad de pruebas para proteger al público de los efectos perjudiciales de sustancias químicas tóxicas y para encontrar maneras para tratar a personas que han sido afectadas.

Una manera para determinar si una sustancia química perjudicará a una persona es averiguar como el cuerpo absorbe, usa y libera la sustancia. En el caso de algunas sustancias químicas puede ser necesario experimentar en animales. La experimentación en animales puede ayudar a identificar problemas de salud tales como cáncer o defectos de nacimiento. Sin el uso de animales de laboratorio, los científicos perderían un método importante para tomar decisiones apropiadas para proteger la salud pública. Los científicos tienen la responsabilidad de tratar a los animales de investigación con cuidado y compasión. Los científicos deben adherirse a estrictos reglamentos para el cuidado de los animales porque actualmente hay leyes que protegen el bienestar de los animales de investigación.

Hay varios factores que determinarán si la exposición al benceno producirá efectos adversos, así como el tipo y severidad de los posibles efectos. Estos factores incluyen a la cantidad de benceno a que se expuso y la duración de la exposición. La mayor parte de la información acerca de los efectos de la exposición prolongada al

benceno proviene de estudios de trabajadores en industrias que manufacturan o usan benceno. Estos trabajadores estuvieron expuestos a niveles de benceno en el aire mucho más altos que los niveles a los que está normalmente expuesta la población general. Actualmente, los niveles de benceno en el aire del trabajo son mucho más bajos que en el pasado. Debido a esta reducción y a la disponibilidad de equipos de protección, como por ejemplo respiradores, un menor número de trabajadores sufre síntomas de exposición al benceno.

La exposición breve (5 a 10 minutos) a niveles muy altos de benceno en el aire (10,000 a 20,000 ppm) puede producir la muerte. Niveles más bajos (700 a 3,000 ppm) pueden producir letargo, mareo, aceleración del latido del corazón, dolor de cabeza, temblores, confusión y pérdida del conocimiento. En la mayoría de los casos, los efectos desaparecerán cuando la exposición termina y la persona empieza a respirar aire fresco.

La ingestión de alimentos o bebidas que contienen niveles altos de benceno puede producir vómitos, irritación del estómago, mareo, somnolencia, convulsiones, aceleración del latido del corazón, coma y la muerte. Los efectos del consumo de alimentos o líquidos que contienen niveles bajos de benceno no se conocen. Si usted derrama benceno sobre su piel, puede sufrir enrojecimiento y ulceración. El contacto de benceno con los ojos puede causar irritación y daño de la córnea.

El benceno produce alteraciones en la sangre. La gente que respira benceno durante períodos prolongados puede sufrir daño de los tejidos que producen las células de la sangre, especialmente la médula de los huesos. Estos efectos pueden interrumpir la producción de elementos de la sangre y producir una disminución de algunos componentes importantes de la sangre. Una disminución de los glóbulos rojos puede conducir a anemia. La reducción de otros componentes de la sangre puede causar hemorragias. La producción de elementos de la sangre puede normalizarse después que la exposición al benceno termina. La exposición excesiva al benceno puede ser perjudicial para el sistema inmunitario, aumentando las probabilidades de contraer infecciones y posiblemente disminuyendo las defensas del cuerpo contra el cáncer

La exposición prolongada al benceno puede producir cáncer de los órganos que producen los elementos de la sangre. Esta condición se llama leucemia. La exposición al benceno se ha asociado con el desarrollo de un tipo especial de leucemia llamada leucemia mieloide aguda. El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) ha determinado que el benceno es un carcinógeno (puede producir cáncer) reconocido.

Tanto la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) como la EPA han determinado que el benceno es carcinogénico en seres humanos.

La exposición al benceno puede ser perjudicial para los órganos sexuales. Algunas mujeres que inhalaron altos niveles de benceno en el trabajo durante meses sufrieron ciclos menstruales irregulares. Cuando fueron examinadas, se observó que estas mujeres sufrieron una disminución del tamaño de los ovarios. Sin embargo, los niveles de exposición no se conocieron, y los estudios de estas mujeres no demostraron que el benceno causó los efectos. No se sabe que efectos podría tener el benceno sobre el feto o sobre la fertilidad en hombres. Los estudios en animales preñados han demostrado que inhalar benceno afecta adversamente al feto. Estos efectos incluyen bajo peso de nacimiento, retardo de la formación de los huesos y daño de la médula ósea. No se sabe que efectos podría causar la exposición prolongada a alimentos o agua contaminada con benceno. En animales, la exposición a través de alimentos o agua contaminada con benceno puede alterar elementos de la sangre y el sistema inmunitario y además puede producir cáncer.

1.6. ¿Cómo puede el benceno afectar a los niños?

Esta sección discute los posibles efectos sobre la salud en seres humanos causados por exposiciones desde la concepción a la madurez (18 años de edad).

Los niños pueden ser afectados por la exposición al benceno de la misma manera que los adultos. El benceno puede pasar de la sangre de la madre al feto. No se sabe si los niños son más susceptibles a la intoxicación con benceno que los adultos.

1.7. ¿Cómo pueden las familias reducir el riesgo de exposición al benceno?

Si su doctor encuentra que usted (o un miembro de la familia) ha estado expuesto a cantidades significativas de benceno, pregunte si sus niños también podrían haber

estado expuestos. Puede que su doctor necesite pedir que su departamento estatal de salud investigue.

La gasolina y el humo de cigarrillo son dos fuentes principales de exposición al benceno. La exposición al benceno se puede reducir limitando el contacto con estas fuentes. La gente puede exponerse directamente al benceno si fuma o indirectamente a través del humo de segunda mano. El típico fumador recibe aproximadamente 10 veces más benceno al día que una persona que no fuma. Es recomendable que las familias no fumen en el hogar, en lugares cerrados o cerca de sus niños.

El benceno es un componente importante de la gasolina y es usado en muchos procesos de manufactura. Niveles elevados de benceno pueden encontrarse en estaciones de servicio y en las emisiones de plantas de manufactura y en sitios de desechos peligrosos. Vivir cerca de estaciones de servicio puede aumentar la exposición al benceno. Es recomendable evitar que los niños jueguen cerca de estas fuentes de contaminación.

1.8 ¿Hay algún examen médico que demuestre que he estado expuesto al benceno?

Hay varias pruebas que pueden determinar si usted ha estado expuesto al benceno. Algunas de estas pruebas pueden estar disponibles en el consultorio de su doctor. Todas estas pruebas tienen limitaciones en cuanto a lo que pueden revelar. La prueba para medir benceno en el aliento debe llevarse a cabo poco después de la exposición. Esta prueba no es muy útil para detectar niveles de benceno muy bajos en el cuerpo. El benceno se puede medir en la sangre. Sin embargo, como el benceno desaparece rápidamente de la sangre, la prueba puede ser útil solamente para detectar exposiciones recientes.

En el cuerpo, el benceno es convertido a productos llamados metabolitos. Algunos metabolitos del benceno, por ejemplo el fenol, el ácido mucónico y el ácido S-fenilmercaptúrico pueden medirse en la orina. La cantidad de fenol en la orina se ha usado para evaluar exposición a benceno en trabajadores. La prueba es útil solamente cuando usted está expuesto a niveles de 10 ppm o más de benceno en el aire. Sin embargo, esta prueba también debe llevarse a cabo poco después de la exposición, y no puede usarse para determinar con certeza a cuanto benceno se expuso porque el fenol puede provenir de otras fuentes (la dieta o el ambiente). Las pruebas de ácido mucónico o de ácido S-fenilmercaptúrico son más sensibles e

indican con mayor certeza exposición al benceno. La medición de benceno en la sangre o de metabolitos en la orina no pueden usarse para pronosticar si ocurrirán efectos adversos. El conteo de todos los tipos de células de la sangre y el examen de la médula de los huesos se usan para determinar exposición al benceno y sus efectos sobre la salud

Para personas expuestas a cantidades de benceno relativamente altas, análisis completos de sangre pueden usarse para evaluar posibles alteraciones asociadas con la exposición. Sin embargo, los análisis de sangre no son útiles cuando los niveles de exposición son bajos.

2. Cálculos de optimización en ambientes expuestos a VOC

En un sistema de limitación de VOC las concentraciones en aire deben ser mantenidas tan bajas como sea razonablemente alcanzable teniendo en c uenta factores sociales y económicos. Este requerimiento implica que la protección aplicada a toda práctica u operación debe ser optimizada de manera de incrementar la protección hasta un nivel tal que cualquier incremento adicional implicará un esfuerzo social mayor que la protección obtenida.

Un método directo para medir el esfuerzo social asociado a un cambio en el nivel de protección es determinar el costo asociado a ese cambio de protección.

La diferencia en la protección obtenida puede cuantificarse en términos de cambio el detrimento.s

El DETRIMENTO es proporcional a los efectos biológicos colectivos de los VOC (siempre que los niveles de concentración sean suficientemente bajos como para asegurar la prevención de los efectos no estocásticoas y otros efectos no sanitarios.

Los procesos de optimización se llevan a cabo con niveles de concentraciónes que deben estar por debajo de los límites establecidos de concentración en aire.Por lo tanto si se observa la limitación antedicha los efectos no estocásticos resultan automáticamente prevenidos y es poco probable que se incurra en efectos no sanitarios significativos.

Es decir que en cálculos de optimización,el cambio de efectos biológicos que resulta de un nivel de protección puede ser utilizado como medida del cambio en el detrimento total incurrido.

La optimización de la protección requeriría consecuentemente una comparación entre costos de protección y detrimento. Resulta por lo tanto necesario expresar estas magnitudes diferentes en unidades equivalentes. Una manera de hacerlo es expresar el detrimento o los efectos biológicos en términos de costo.

Se puede asumir que el costo del detrimento sanitario Y es proporcional a los efectos biológicos colectivos, tal que

$$\mathbf{Y = \alpha . E_f}$$

Donde alfa es una constante que representa la valorización monetaria duación e la unidad de efectos biológicos que es directamente proporcional a la concentración en aire.

La valuación monetaria del detrimento sanitario implica directamente una valoración de la salud y aun de la vida humana y por ello es sumamente controvertible. Se debe tener en cuenta sin embargo la naturaleza estocástica de los efectos detrimentales involucrados y el hecho de que los individuos afectados no puedan ser identificados. La valorización, en consecuencia, se aplica a vidas estadísticas o más apropiadamente a cambios en la esperanza de vidas no identificables. Se debe recordar que metodologías de valuación similares han sido y son utilizadas explícitamente o implícitamente en diversas decisiones humanas; por ejemplo, en la formulación de presupuestos de salud pública, en decisiones de seguridad de transporte público, etc.

Una de las variables relevantes en el proceso de optimización es el efecto biológico comprometido colectivo, lo que permite determinar el nivel del detrimento. Esta magnitud es una integral infinita en espacio y tiempo de todos los efectos producidos en todos los individuos (presentes y futuros)

Debido a una decisión que involucre la instalación de una fuente que produzca la exposición a este tipo de compuestos orgánicos.

La dificultad de evaluar esta magnitud para períodos de tiempo extremadamente largos resulta obvia no solo debido a que es difícil prever el comportamiento de los

causantes de la exposición en largos períodos de tiempo sino también porque son absolutamente hipotéticas todas las estimaciones que se puedan hacer sobre el número y ubicación de los futuros individuos expuestos. Sin embargo, en los procesos de optimización no resulta necesario conocer el valor integral de toda la magnitud sino una fracción de la misma (mientras dura la acción protectiva), Esto resuelve el problema del cálculo convenientemente, dado que la necesidad de extender la integral al infinito desaparece.

En el diseño de los sistemas de protección, se deben tener en cuenta diversos tipos de variables.

Alguna de estas variables son dependientes en el proceso de diseño e.g. parámetros de control de la exposición que pueden ser ajustados por el diseñador al nivel de protección requerido, tales como el caudal de ventilación, el sellado de los recipientes utilizados, la hermeticidad de las cajas de guantes, la eficiencia de los filtros (este último ligado al sistema de ventilación).

Si bien teóricamente, el proceso de optimización debiera aplicar al conjunto total de las variables involucradas., el mismo se puede simplificar si solo se consideran los parámetros de control de la exposición. Estos parámetros se pueden simplificar si solo se consideran los parámetros de control de la exposición que a su vez pueden ser dependientes o independientes. En general dos sistemas se consideran independientes si uno de ellos no tiene influencia en la tasa de incorporación de VOC en el otro.

La optimización de la protección, implica minimizar la suma de costos de protección X y de detrimento Y.A la minimización de esta suma de costos se la suele denominar función objetivo. Ambos costos dependen del nivel de protección y por lo tanto del valor de los parámetros de control de la exposición, hermeticidad, filtración, ventilación etc.

Los costos de protección y detrimento están vinculados por el valor de esos parámetros mediante funciones que constriñen el proceso de optimización.

Estas funciones provienen de leyes de la física, de la economía y se las suele denominar funciones vinculantes.

El proceso de optimización también debe llevarse a cabo dentro de limitaciones específicas. Una de ellas es que las concentraciones en aire no pueden super bajo ninguna circunstancia límites apropiados que deben ser necesariamente menores a los limites individuales establecidos por las normas. Otra limitación no automática ni deseable pero real es que el costo de todos los sistemas de protección no pueden superar los recursos disponibles para la protección.

Los conceptos discutidos pueden formalizarse con una serie de ecuaciones como sigue:

$\Psi = X(\omega) + Y(\omega) \rightarrow$ mínimo

$X=(\omega)$; $Y=Y(\omega)$

$Ef_i(\omega) \leq E_L$

Donde:

ω es ell parámetro que representa el nivel de protección

ψ es la función a minimizar para obtener el nivel óptimo de protección , se la suele denominar FUNCION OBJETIVO

$X(\omega)$ E $y(\omega)$ son las funciones vinculantes

$Ef_I(\omega) \leq Ef_L$ es la ecuación limite necesaria para mantener al efecto biológico manifestado en el individuo i, al nivel de protección dado por el parámetro ω, por debajo del limite de concentración en aire autorizado para esa práctica.

Dado que el costo del detrimento para propósitos de optimización, puede ser proporcional al efecto colectivo, las ecuaciones anteriores pueden modificarse como sigue:

$X(\omega) + \alpha S(\omega) \rightarrow$minimo

$X = X(\omega)$

$S = S(\omega)$

$F(S) \leq Ef_L$

Donde f es la función que relaciona el efecto individual máximo y el efecto colectivo.

En los casos de optimización de sistemas múltiples el sistema de ecuaciones del párrafo anterior se transforma en como sigue :

La función objetivo es:

$\Psi = \sum_i (X_i + \alpha \sum_i S_{i,j}) \rightarrow$ minimo

Las funciones vinculantes son:

$S_{i,j} = \Phi_j (X_j)$

$$\mathcal{E}\, f_{i,j}\,(S_{i,j}) \leq Ef_L$$

Donde

I indica un dado sistema de protección

J indica un dado grupo de personas expuestos

$F_{i,\,j}$ $(S_{i,j}) = E_{fL}$ es el máximo efecto individual que se puede admitir en el grupo J debida al sistema i

Φ_j es la función que para el grupo j relaciona al costo de cada sistema y el efecto total colectivo debido al sistema i en el grupo J

Existe un video de multiplicadores de Lagrange que vincula una función objetivo elipse con una hipérbola que puede ser vir de ejemplo para una presentación. En ella se usa el plotter DESMO.

Revaloración teórica integral del grano de sorgo

Nora Aimaretti
Emilce Llopart
Marcela Gallardo

1. Introducciòn

El sorgo (*Sorghum spp*.) es un género de gramíneas oriundas de las regiones tropicales y subtropicales de África Oriental. Su resistencia a la sequía y a elevadas temperaturas hace un cultivo importante en regiones áridas, por lo que es uno de los cultivos alimentarios más importantes del mundo. Actualmente se cultivan en su zona de origen y en Europa, América y Asia, como cereal para consumo humano y animal[1]. El beneficio del sorgo es que genera una alta producción con un consumo mucho menor de agua que los otros cereales de verano[2].

Los granos de sorgo muestran una gran diversidad en color, forma, tamaño y componentes anatómicos. El color varía desde blanco hasta pardo púrpura profundo, pasando por tonalidades de rojo. Los granos son por lo general esféricos, pero varían en dimensión y forma. La cariopsis puede ser redondeada y con puntas romas, de 4-8mm de diámetro. El peso de 1000 granos de sorgo tiene un amplio margen de variación, de 3 a 80 g, pero en la mayoría de las variedades va de 25 a 30 g. El grano está cubierto parcialmente de glumas[3].

A lo largo de muchos siglos, el sorgo ha sido alimento básico importante en varios lugares del mundo como Asia y hoy África y sigue siendo la fuente principal de energía, proteínas, vitaminas y minerales para millones de habitantes de las

[1] Cf. CODEX, *Documento de debate sobre la presencia de hongos y micotoxinas en el sorgo*, Maastricht, Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. Comité del CODEX sobre contaminantes de los alimentos, 2012.
[2] Cf. N. Carrasco, M, Zamora, A. Melin, (Ed.), *Manual de sorgo*, Ediciones INTA, Publicaciones Regionales. 2011, p. 115.
[3] Cf. FAO (Food and Agricultural Organization), "Sorghum and millets", en The Chief. *Human nutrition*. 415 FAO Food and Nutrition Series N. 27. Rome, Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1995 http://www.fao.org/docrep/t0818e/t0818e00.htm.

regiones más pobres del mundo (cf. FAO, 1995). El cultivo de sorgo posee gran importancia a nivel mundial, pues está comprobado que este cereal puede sustituir a cereales como el trigo y el maíz en la mayoría de sus usos, tanto en la alimentación humana y animal, como así también en la industria[4]. Dado que el sorgo también es apto para celíacos, adquiere una relevancia mayor, ante la creciente demanda de diversidad de harinas sin TACC que puedan ser combinadas, con el fin de obtener mezclas con propiedades tecnológicas similares a las de las harinas con gluten, disminuyendo el costo relativo de éstas. Además, al sorgo se le pueden aplicar todos los procesos tecnológicos existentes para cereales, incluyendo la posibilidad de utilizarlo como grano entero, conservando de esta manera mayores efectos beneficiosos para la salud humana[5].

En síntesis, el grano de sorgo es muy versátil, ya que además de utilizarse como alimento para animales y humanos, es una fuente potencialmente importante de nutracéuticos tales como los compuestos fenólicos y antioxidantes. Sumado a lo anterior, puede ser importante como fuente de bioenergía y otros productos bioindustriales[6].

2. Estructura y composiciòn química

Los principales elementos anatómicos del grano de sorgo son el pericarpio, el germen o embrión y el endospermo, los cuales representan en promedio el 6, el 84 y el 10% del peso del grano, respectivamente (cf. FAO, 1995).

El pericarpio es el elemento estructural más externo de la cariopsis y se compone de tres subcapas, el epicarpio, el mesocarpio, y el endocarpio. El epicarpio se subdivide en epidermis e hipodermis. En la cariopsis del sorgo, la epidermis se

[4] Cf. A. Pérez, O. Saucedo, J. Iglesias, H. B. Wencomo, F. Reyes, G. Oquend, I. Milián, "Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench)", *Pastos y Forrajes* 33 (1) 2010: 1-1.

[5] Cf. E. E. Llopart, S. R. Drago, "Physicochemical properties of sorghum and technological aptitude for popping. Nutritional changes after popping", *LWT-Food Science and Technology* 71, 2016: 316-322.

[6] Cf. J. R. Taylor, T. J. Schober, S. R. Bean, "Novel food and non-food uses for sorghum and millets", *Journal of Cereal Science*, 44 (3) 2006: 252-271,y C. Collar, "Cereales menores: avena, sorgo, mijo", en *De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica*, A.E. León, C. M. Rosell, M. Gómez Pallarés, C. Brites, M. Haros, M. J. Trigo, C. Benedito (ed. H, Báez), Córdoba (Argentina) 2007: 195-241.

compone de células gruesas, alargadas y rectangulares que tienen un revestimiento cutínico en la superficie exterior. En la epidermis está presente a menudo el pigmento. La hipodermis se compone de células ligeramente más pequeñas que la epidermis y tiene de una a tres capas de células de espesor. El mesocarpio y la parte media es la capa más gruesa del pericarpio del sorgo pero su espesor varía mucho entre los distintos genotipos. La resistencia del sorgo al moho está asociada con un mesocarpio delgado. A diferencia de otros cereales, el sorgo contiene granos de almidón en su pericarpio. El tamaño de estos gránulos oscila entre 1 y 4 μm. El endocarpio, que es la subcapa más interna del pericarpio se compone de células transversales y de una capa de células tubulares que transportan la humedad al grano[7].

Justo debajo del endocarpio está la capa de la testa o revestimiento de la semilla. En algunos genotipos de sorgo la testa está muy pigmentada. El color y el pigmento son una característica genética. El espesor de la capa de la testa no es uniforme, en algunos genotipos, hay una testa parcial mientras que en otros no se ve a simple vista o no la hay (cf. FAO, 1995). Seguido de esta capa se encuentra el endospermo, el cual constituye la mayor parte del grano. Este es un importante tejido de almacenaje compuesto de una aleurona y de zonas periféricas de textura córnea y harinosa.

En todos los sorgos, la aleurona es una única capa que esta inmediatamente debajo del revestimiento de la semilla o testa. Las células de la aleurona son ricas en minerales, vitamina B, aceite, y también contienen enzimas hidrolizantes. El endospermo periférico se caracteriza por sus células rectangulares largas, que son muy compactas y que contienen gránulos amiláceos y sustancias proteínicas dentro de la matriz proteínica. En el sorgo el número de sustancias proteínicas baja a medida que aumenta su contenido amiláceo desde la zona periférica al núcleo central donde se halla localizado el endospermo harinoso (cf. FAO, 1995).

Las dos partes principales del germen son el eje embriónico y el escutelo. El escutelo es un tejido de almacenamiento, rico en lípidos, proteína, enzimas y minerales. El aceite presente en el germen de sorgo es rico en ácidos grasos poliinsaturados y análogo al aceite de maíz (cf. FAO, 1995).

[7] Cf. R. Hoseney, *Principios de Ciencia y Tecnología de Cereales*, España. Acribia SA. 1991, pp. 21, 25, 148, 269-271.

Figura 1. Esquema de una sección longitudinal del grano de sorgo.
Fuente: Carrasco, cit.

Entre los principales macronutrientes existentes en el grano se pueden mencionar:

- El **almidón** que es la principal forma de almacenaje de carbohidratos en el sorgo. La digestibilidad del almidón en el grano de cereal determina el contenido energético disponible del grano, lo que depende de su hidrólisis por las enzimas pancreáticas. El contenido medio de almidones del sorgo es el de 69,5 %. Alrededor del 70-80% del almidón del sorgo es amilopectina, mientras que el restante 20-30 % es amilosa. Factores tanto genéticos como ambientales influyen en el contenido de amilosa del sorgo. El sorgo ceroso o glutinoso es muy pobre en amilosa y su almidón consiste en 100 % de amilopectina. Ahora bien, en el sorgo azucarado el contenido de amilosa del almidón es de un 5 % a un 15 % superior al del sorgo normal[8].

- El segundo gran componente del grano es **proteína**. El sorgo tiene un contenido medio de proteína de 10,4%, presentando una gran variabilidad, debido probablemente a que este cereal se cultiva en situaciones agroclimáticas diversas que influyen en la composición del grano. El contenido proteínico del grano también guarda una notable correlación con el peso del grano. Las fluctuaciones en su

[8] Cf. Taylor, 2006, cit. y S. N. Saravanabavan, M. M. Shivanna, S. Bhattacharya, "Effect of popping on sorghum starch digestibility and predicted glycemic index", *Journal of Food Science and Technology* 50 (2) 2013: 387-392.

contenido van acompañadas por lo general de cambios en el perfil de aminoácidos de esas proteínas[9].

La distribución aproximada de la proteína es 80%, 16% y 3% en el endospermo, en el germen y en el pericarpio, respectivamente[10]. En la Tabla 1 se pueden observar algunos de los aminoácidos y la calidad proteica del grano de sorgo. Por no tener proteínas formadoras de gluten, este cereal es un ingrediente apto para ser consumido por todos los individuos, incluida la creciente población celíaca[11].

Tabla 1: Aminoácidos y calidad proteica del grano de sorgo[12]

Aminoácidos (g/ 100g de proteína)	
Lisina	2,7
Treonina	3,3
Metionina + Cistina	2,8
Triptofano	1,0
Calidad proteica (%)	
Digestibilidad	84,8
Valor biológico	59,2
Utilización proteica neta	50,0

Respecto al color de los sorgos, las primeras variedades tenían diversidad de colores, algunas de ellas eran blanco tiza, otras rojo tenue, hasta marrón oscuro. Con el desarrollo de los híbridos de sorgo se hizo posible un más amplio rango de colores. Los productores describen a los granos como de color blanco, amarillo, crema hetero-amarillo, hetero-blanco, bronce, anaranjado, rojo oscuro rojo-marrón, blanco-marrón, amarillo limón, blanco tiza, rojo intenso, blanco perla, etc. Por otra parte, el color del grano de sorgo depende de varias características morfológicas del

[9] Cf. P. R. Shewry, N. G. Halford, "Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization", *Journal of Experimental Botany* 53(370) 22002: 947-958 y Taylor, 2006, cit.

[10] Cf. J. R. N. Taylor, L.Schüssler, "The protein compositions of the different anatomical parts of sorghum grain", *Journal of Cereal Science*, 4(4) 1986: 361-369.

[11] Cf. Collar 2007, cit.

[12] Cf. A. Gil, "Composición y calidad nutritiva de los alimentos", en *Tratado de nutrición*. Tomo II, 2ª Ed., Madrid, Médica Panamericana, 2010,

mismo, como por ejemplo color y espesor del pericarpio, color del endospermo, presencia o ausencia de ciertos genes y existencia o no de la testa que contiene polifenoles y taninos, por lo que estos últimos no son los únicos responsables del color del grano, sino que esta característica es la resultante de varios factores. En el mercado argentino actual, todos los sorgos con taninos condensados, toman una coloración marrón-café en el lapso de maduración a cosecha de los mismos. De esta manera, los sorgos marrones son fácilmente identificables, al ser comparados con los sorgos rojos o blancos sin taninos condensados y en consecuencia, sin testa pigmentada[13].

Los granos de sorgo, en mayor o menor medida, tienen polifenoles solubles o hidrolizables (ácidos gálico y elágico) y algunos además poseen taninos condensados (catequinas, flavonoides, etc.). Los taninos son los responsables de la menor preferencia de los pájaros a los granos de sorgo, ya que generan astringencia. Esta ventaja agronómica se acompaña con desventajas nutricionales[14], debido a que bajo condiciones óptimas, los taninos son capaces de reducir la biodisponibilidad de micronutrientes[15] y precipitar proteínas[16]. Sin embargo se ha estudiado que las proantocianidinas (taninos condensados), pueden generar beneficios para la salud de los seres humanos al actuar como antioxidantes[17].

[13] Cf. J. Massigoge, M. Zamora, A. Melín, "Evaluación del contenido de taninos en granos de híbridos de sorgo. Agromercado", *Cuadernillo de Sorgo* N, 154, 2009: 14-15.
[14] Cf. S. Serna-Saldívar, L. W. Rooney, *Sorghum and millets: Chemistry and Technology*, St. Paul, Mn, American Association of Cereal Chemists,1995: 69-124.
[15] Cf. T. Walter, F. Pizarro, S. A. Abrams, E. Boy, "Bioavailability of elemental iron powder in white wheat bread", *European Journal of Clinical Nutrition*, 58(3) 2004: 555-558.
[16] Cf. L. G. Butler, D. J. Ried, D. G. Lebryk, H. J. Blytt, "Interaction of proteins with sorghum tannin: mechanism, specificity and significance", *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 61(5) 1984: 916-920.
[17] Cf. J. M. Awika, L. W. Rooney, X. Wu, R. L Prior y L. Cisneros-Zevallos, "Screening methods to measure antioxidant activity of sorghum (Sorghum bicolor) and sorghum products", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(23), 2003: 6657-6662.

3. Cultivo y comercializaciòn

En el contexto mundial, el sorgo ocupa el tercer lugar en volumen de producción de los denominados granos forrajeros con el 5 %, luego del maíz (78 %) y la cebada (11%), sobre un total de 1.320 millones de toneladas[18]. El sorgo granífero, parece haber llegado a América como "maíz de guinea" desde áfrica occidental, con los tratantes de los esclavos alrededor de mediados del siglo XIX. En los Estados Unidos y en América Central y del Sur el sorgo se cultiva fundamentalmente para utilizarlo como pienso para los animales. En la región de América Central y el Caribe, la producción está dominada por México (90 % de la producción regional total) y en América del Sur, se concentra en la Argentina (60 % del total de la región) y en las zonas áridas del Brasil, el norte de Colombia y Venezuela. Estados Unidos, es el principal productor del mundo, obtiene un rendimiento de 4,9 toneladas por hectárea e interviene en el 25 % del volumen mundial exportado. Argentina estuvo en el 7° lugar de los países productores el año pasado[19].

El cultivo de sorgo posee una comprobada versatilidad y estabilidad de rendimiento bajo condiciones climáticas muy adversas, adaptable a un rango variado de métodos de cultivo y clima[20]. Por ser cultivos con requerimientos agroclimatológicos similares, el maíz y el sorgo compiten en la superficie de siembra. El sorgo presenta ventajas competitivas comparadas con maíz, ya que es más tolerante a las condiciones de sequía, pero sin embargo el maíz representa mayores volúmenes de comercialización y mayor precio.

El sorgo tiene la particularidad de aportar elevadas cantidades de rastrojo que contribuyen a mejorar la cobertura de los suelos. Además presenta un sistema radical muy desarrollado y profundo que le permite muy buena exploración del

[18] Cf. MinAgri, Ministerio de Agroindustria, *Granos. Informe sobe sorgo*, Bs. As., 2016. Disponible en:
http://www.minagri.gob.ar/new/0-0/programas/dma/granos/Informe%20de%20Sorgo-SEPTIEMBRE%202016.pdf.

[19] Cf. USDA, United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service Production, Supply and Distribution Online. Washington (EU),2017. Disponible en http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx

[20] Cf. A. M. M Alcolea. R. N. Leyva, S. T. García, D. M. Fagundo, O. Leyva, "Comportamiento de los índices anatómicos y fisiológicos de tolerancia a la sequía en variedades de sorgo", *Centro Agrícola* 32 (1), 2005: 77.

perfil del suelo, ayudando a mantener o mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas. Debido a sus cualidades, el sorgo se presenta como una alternativa muy propicia para aquellos sistemas en que se desee mantener las buenas condiciones de fertilidad, como así también es un cultivo ideal para sistemas de producción bajo siembra directa. Para lograr su máximo aprovechamiento, es fundamental conocer sus requerimientos de nutrientes y agua, ajustar la densidad y fecha de siembra óptima según zona, fecha de siembra, manejo en la protección del cultivo, productividad de los diferentes híbridos, entre otros factores[21].

Puntualmente en Argentina el sorgo es un cultivo histórico. En el ciclo 1970/71 llegó a cubrir 3,12 millones de hectáreas y a alcanzar una producción de 8,1 millones de toneladas. La producción de sorgo se concentra en la región pampeana, siendo las zonas de Entre Ríos, Santa Fe y Córdoba las que mejores aptitudes tienen para la siembra, tal como se muestra en la **Figura 2**, en la cual se georreferencian las zonas de cultivo, indicando la cantidad producida con la intensidad del color. El cultivo presenta bajos costos de implantación lo que le permite, obteniendo buenos rindes, competir en rentabilidad con cultivos anuales como el maíz y la soja[22]. Además, presenta una alta eficiencia en el uso del agua, tiene mayor capacidad de absorción del agua del suelo que el maíz y puede permanecer en estado de latencia durante períodos de sequía prolongados[23]. Estas características agronómicas particulares del sorgo han llevado a un aumento del área en los últimos años ya que es un cultivo que se puede incluir en las rotaciones resultando beneficioso para el suelo y con bajo costo en relación al maíz. También puede ser un buen reemplazante de éste en la dieta nutritiva, sobre todo en períodos de sequía (Cf. Barberis y Sánchez, 2013 cit.).

[21] Cf. A. Chessa, *Pensando la siembra de sorgo granífero. Información técnica cultivos de verano*, Campaña, 2007 y Carrasco, 2011, cit.

[22] Cf. N. Barberis, C. Sánchez, *Informe de cultivo de sorgo: evolución y perspectivas. Un análisis de las estadísticas*, Cartilla Digital INTA Manfredi. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi, 2013.

[23] Cf. P. Dragún, A. M. Moreno, S. Picasso, J. Lardizabal, N. Gatti, M. Tellechea, A. Conti, *Monitoreo y estudio de cadenas de valor ONCCA. Informe de sorgo*, Bs. As., ONCCA, 2010, 18 p. Disponible en: http://www.oncca.gov.ar/documentos/2_cadena_sorgo_101227.pdf.

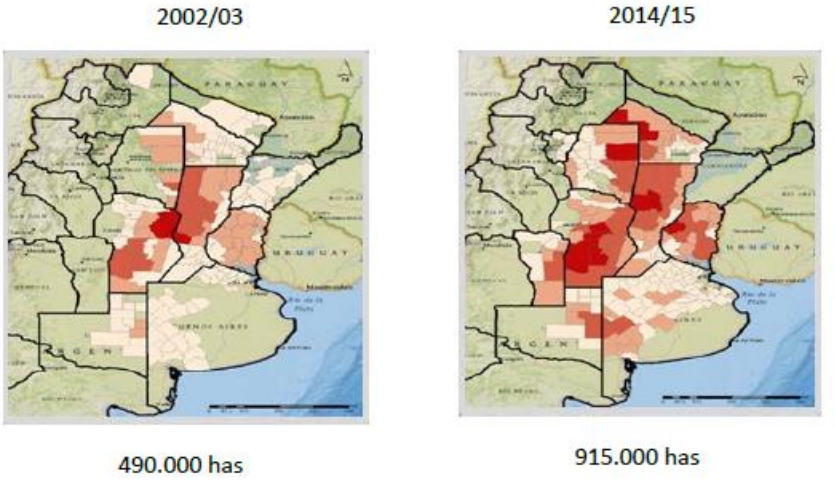


Figura 2. Evolución de la producción de sorgo en Argentina en los últimos años.
Fuente: MinAgri

Por diversos factores, en los últimos años se han cultivado un promedio de 1,2 millones de hectáreas y se ha producido en torno a las 4,0 millones de toneladas. Si bien este no forma parte de los principales cultivos, nuestro país es el 5° productor mundial, con volúmenes que lo han consolidado desde hace mucho tiempo como gran exportador mundial, alternando el segundo lugar con Australia, luego de Estados Unidos. En el gráfico de la **Figura 3** se muestra la evolución de la producción de sorgo en Argentina, el área de siembra de este cultivo casi se duplicó entre las campañas 05/06 y 10/11, pasando aproximadamente de 0,5 a 1 M de hectáreas (cf. MinAgri, 2016, cit.).

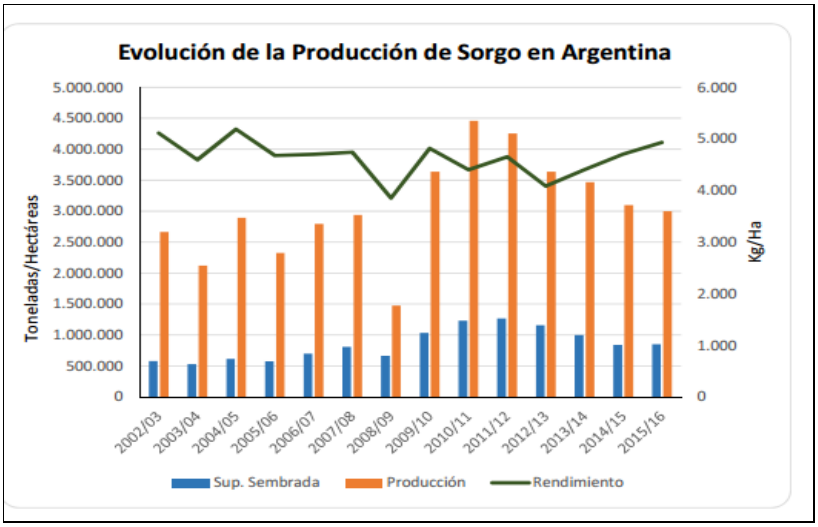


Figura 3. Evolución de la producción de sorgo en Argentina. Fuente: MinAgri

En los últimos años se ha puesto la mirada nuevamente en incluir especies gramíneas que permitan diversificar la secuencia de cultivos y estabilizar el sistema de producción en su conjunto. En este contexto el sorgo se destaca por su contribución a mejorar los niveles de materia orgánica del suelo y al mantenimiento de elevados volúmenes de rastrojos en superficie, lo que provoca mayor control de la erosión hídrica como eólica y se disminuye las pérdidas de agua del suelo por evaporación (cf. Carrasco y col., 2011, cit.). En este sentido, en la campaña '15/'16, en nuestro país se sembraron exactamente 915.000 hectáreas de lo cual se obtuvo un volumen de producción en torno a las 4,0 millones de toneladas. Estos datos indican que el rendimiento promedio no se ha modificado desde la década del ´70, siendo el promedio de la última campaña: 4,4 toneladas por hectárea, un valor 10 % inferior al rendimiento promedio de los Estados Unidos (Cf. MinAgri, 2016, cit.).

Uno de los principales aspectos negativos de este cultivo es que la mayoría de los híbridos que se siembran en nuestro país poseen taninos condensados en el grano mientras que los dos principales exportadores se dedican a la producción de sorgos rojizos o blancos con bajo contenido de taninos condensados, atractivos para la producción de harina. Esto representa una desventaja para la Argentina ya que la

mayoría de los importadores buscan estas variedades (cf. Dragún y col., 2010, cit.). La presencia de estos compuestos no sólo reduce la eficiencia alimentaria en animales monogástricos, sino que además presentan características poco aptas para la industria molinera (Cf. Barberis y Sánchez, 2013, cit.).

En las normas del CODEX que rigen para la harina de sorgo, se establece que el contenido de taninos no deberá exceder el 0,3 % respecto a la materia seca. En el estándar de comercialización de sorgo, Resolución 554/2011 Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria[24], Norma XVIII. Sorgo Granífero 2.2.1: se clasifica al sorgo como bajo tanino o sin taninos condensados, cuando el lote o partida contenga no más de cinco por ciento (5 %) de granos con taninos condensados. Entiéndase por granos con taninos condensados, aquellos que son identificados como tales en la "prueba de blanqueo con hipoclorito de sodio (lavandina) con base hidróxido de sodio".

Según un informe realizado por Dragún y colaboradores en el año 2010, los cultivares comerciales implantados en Argentina se pueden caracterizar del siguiente modo:
- **Sudán:** sorgos más adaptados al pastoreo directo con alto volumen de forraje por hectárea y de gran capacidad de rebrote.
- **Fotosensitivos:** sorgos que no florecen en estas latitudes, con lo cual no producen grano. Tienen buena aptitud en el pastoreo directo y son los que generan el mayor volumen forraje.
- **Azucarados:** sorgos con alto contenido de azúcar en caña, aptos para el pastoreo directo y con aceptable producción de grano. Es la variedad que presenta características favorables para la producción de etanol.
- **Graníferos:** sorgos con alto potencial para producir grano y buena producción de forraje total por hectárea.
- **Nervadura Marrón:** con aceptable producción de grano y buena digestibilidad, aptos para el pastoreo directo y buena aptitud de ensilaje.
- **Sileros:** son una combinación entre sorgos graníferos y forrajeros azucarados que permite generar un buen ensilado, de buena producción de materia seca por hectárea y aceptable calidad intrínseca. La producción de sorgo posee características que la hacen atractiva para los productores.

[24] SENASA. SANIDAD VEGETAL. Resolución 554/2011. Norma de Calidad para la Comercialización de Sorgo. Modifíquese la Resolución N. 1075/94.

En los últimos años el consumo interno de sorgo se mantuvo estático y más allá de los vaivenes, las exportaciones nunca se han interrumpido a lo largo de décadas. Los principales destinos de las exportaciones son Japón (35 %), Chile (21 %), Brasil (8 %) y Colombia (7 %), tal como puede observarse en el gráfico de la **Figura 4**. Se trabaja arduamente para satisfacer los requisitos del mercado externo[25] especialmente los de Japón cuya limitante es el porcentaje de taninos menor a un 0,2 %, en caso contrario se sanciona con descuentos en el precio.

Figura 4. Exportaciones argentinas de sorgo.
Fuente: MinAgri, 2016.

En este rubro, la apertura del mercado chino para el sorgo argentino, hoy principal importador del 65 % del comercio mundial, representa una nueva oportunidad de posicionamiento. En tal sentido hay que resaltar la labor del SENASA en la difícil negociación con un mercado de alta exigencia como el chino, la cual culminó en el año 2014 con la aprobación conjunta del protocolo fitosanitario. Ahora le cabe a la cadena comercial adecuarse a los requerimientos de

[25] Cf. J. C. Batista, "Buscando aumentar la competitividad del Sorgo Argentino. Nueva norma de Comercialización", *IX Congreso Nacional de Maíz y I Simposio Nacional de Sorgo*, Rosario, 2010.

este mercado, para afianzarnos como país exportador confiable a ese destino. Las primeras experiencias han permitido durante 2015 colocar unas 87.000 toneladas en ese nuevo mercado, donde existe mucho potencial para crecer y dificultades para lograr los elevados estándares de exigencias fitosanitarias, motivo por el cual a septiembre de 2016 aún no se concretaron envíos a ese destino (cf. MinAgri, 2016, cit.).

4. Usos

Los usos del sorgo son múltiples y dependen de su genética, se puede utilizar para consumo humano, para alimentación animal y con fines industriales. Tal como se representa en el gráfico de la **Figura 5**, mundialmente el consumo de sorgo se ha mantenido estable a lo largo de las últimas campañas alcanzando valores de 54 a 65 millones de toneladas, pero sin embargo se han producido cambios en su uso y destino. Esta diferenciación está dada por un aumento del uso industrial y el consumo humano, en detrimento del uso alimentario como grano forrajero (cf. Barberis y Sánchez, 2013, cit.).

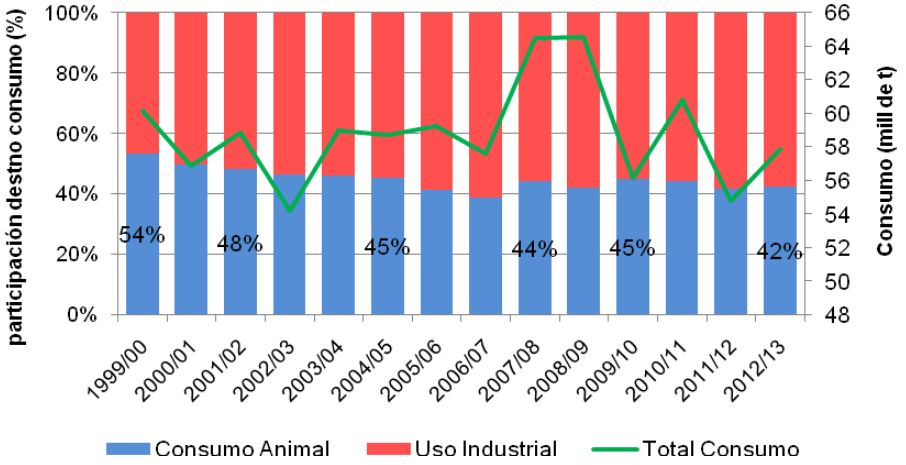


Figura 5. Evolución del uso y destino del consumo mundial de grano de sorgo
Fuente: PSD online FAS- USDA. (Barberis y Sánchez, 2013).

En el mundo, el grano de sorgo se destina en un 40 % para alimentación humana, mientras que en América del Sur se utiliza principalmente para la alimentación del ganado y como insumo para la producción de biocombustibles. Las diferencias en la composición morfológica entre los distintos tipos de sorgo generan diferencias en su valor nutritivo como alimento. Posee una gran versatilidad de uso y de adaptación a diferentes condiciones de suelo, clima y tecnología (cf. Carrasco y col., 2011, cit.). Entre los principales usos se pueden mencionarlos descriptos a continuación.

- Usos en la alimentación animal

El grano puede ser utilizado de distintas formas, mejorando sustancialmente su valor nutricional si se lo utiliza como grano húmedo. Utilizado como silaje de planta entera, no se diferencia notablemente del silaje de maíz, en muchos casos lo supera debido a su mayor producción en ambientes con alguna restricción. Para su utilización en los planteos ganaderos es muy útil debido a su gran versatilidad y adaptación a los distintos ambientes y su aplicabilidad a los distintos sistemas de producción cría, recría y engorde, pastoreo con suplementación o en alimentación a corral, lo que garantiza una estabilidad estructural al sistema de producción de carne, evitando la variabilidad interanual que existe en la producción de verdeos, pasturas y maíz (cf. Carrasco y col., 2011, cit.).

El grano de sorgo debe ser procesado para ser eficientemente utilizado por el ganado de carne en terminación. El almidón representa el 70 % de la materia seca del grano y la proteína se muestra con menor digestibilidad en el grano seco en relación a otros granos, al igual que la velocidad a la que es degradada el almidón en el rumen del ganado. Por lo tanto, el procesamiento del grano de sorgo incrementa la cantidad y la velocidad a la que el almidón es digerido, aumentando su valor nutritivo[26].

El procesamiento más sencillo, ya sea **quebrado** o **molido**, provoca la ruptura de las envolturas de la semilla, reduce el tamaño de las partículas y aumenta el área expuesta a las enzimas de la digestión, la que ocurre en forma más rápida y extensa. El partido del grano seco, da como resultado partículas más grandes con menor

[26] Cf. D. Camps, G. González, *Grano de sorgo: métodos de procesamiento y resultados en la alimentación del ganado de carne*. Sitio Argentino de Producción Animal. Repositorio digital de acceso abierto. Suplementación en general. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuatro. Córdoba. Argentina. Monografía N. 20, 2003.

contenido de polvo comparado con el molido fino. Sin embargo, los datos disponibles indican que no hay una gran diferencia en la aceptabilidad, ganancia diaria de peso o eficiencia de conversión entre ambos métodos. No obstante, a diferencia del proceso Steam rolling, el sorgo procesado con vapor y convertido en escamas *(Steam Flaking)* aumenta la ganancia diaria de peso vivo (ADPV) en 7,8 % y mejora la conversión en 11,6 % (valores promedio), sobre el grano partido. Los mejores resultados fueron obtenidos cuando las escamas arrojaron un peso hectolítrico entre 31 y 36 kg (cf. Camps y González, 2003, cit.).

Otras alternativas que permiten mejorar el aprovechamiento nutricional del grano de sorgo son: **Grano Cosechado Alta Humedad** y **Grano Reconstituido**, mediante las cuales se logra una mejora promedio en la conversión de 8,5 % a 20 % en comparación con grano seco partido o molido. La reconstrucción del grano seco se realiza humedeciendo el grano hasta el 30 % de humedad, almacenaje en estructuras selladas durante 15-20 días y quebrado inmediatamente antes de su empleo en alimentación. El grano seco debe ser almacenado entero a fin de que los procesos enzimáticos y hormonales puedan manifestarse y producir cambios en el almidón y así lograr mejoras en su utilización. Los cambios químicos que ocurren durante este proceso son bastante similares a los de la germinación del grano. Por esto, son necesarias estructuras de almacenaje que impidan la entrada de oxígeno. Luego de reconstituido el grano debe ser almacenado durante un mínimo de 10 días, aunque es preferible optar por un período de 20 días antes de ser utilizado. En condiciones de baja temperatura y humedad, son necesarios períodos mayores de almacenaje. La reducción del tiempo de almacenaje permite un ciclado rápido de instalaciones y menores costos. La preservación del grano reconstituido puede ser favorecida con una mezcla de ácidos orgánicos que evitan el enmohecimiento (Cf. Camps y González, 2003, cit.).

En contraste, el grano cosechado con alta humedad (27 a 30 %) puede ser almacenado entero en estructuras oxígeno-limitantes o partido, en silos trinchera para obtener una adecuada compactación, y mantener sus propiedades mejoradoras. Es necesario tomar en consideración que las pérdidas anteriores a la cosecha, por pájaros, volteo, etc., son minimizadas y además no hay costos adicionales por secado.

También existen otros procesamientos alternativos de mayor complejidad, como ser:

- **Grano seco estallado** (Popping): al someter al grano seco a condiciones de humedad y temperatura óptima se logra el estallido del 50 % de los granos y así la digestibilidad del almidón es aumentada logrando diferencias no significativas respecto al procesamiento en escamas. Las condiciones óptimas del proceso son: humedad en el grano de 15 % y temperatura: 260 °C, en vez de 370 °C del proceso estándar.

La alimentación sin restricciones con la mezcla de grano expandido y entero tal cual sale de la industria, comparada con grano totalmente expandido y grano que no fue expandido durante el proceso formando parte de raciones altas en concentrados partidos, mostró en todos los casos una disminución del consumo de materia seca en relación a dietas base grano seco partido. Se observó también una mejora en la conversión aunque se observó una muy ligera disminución en el ADPV y calidad de la res. Estos resultados indican que las tres fracciones resultaron más digestibles que el grano no tratado por calor, indicando que la mejora observada fue debida al tratamiento térmico y no a la expansión del grano. Además es necesario destacar que la inversión en equipamiento industrial y los costos operacionales son más bajos para popping que para grano seco en escamas, lo que lo convierte en una alternativa viable si el costo de proceso así lo permite.

- **Micronización**: el grano seco es expuesto al calor infrarrojo (150º C) y aplastado. De este modo adquiere un aspecto muy similar a las escamas, al igual que su eficiencia. Generalmente es necesaria una adaptación cuidadosa hasta lograr consumo y ADPV máximos cuando es usado en una proporción importante de la dieta de concentrados.

- **Copos** (Exploding): el grano seco es expuesto a una corriente de vapor directa a presión, al cesar la presión, el producto se expande con fuerza y las cubiertas del grano son separadas. Así se logran valores de ADPV y conversión comparables a las escamas de peso hectolitrito óptimo.

- **Extrudido**: el grano seco es forzado a través de una extrusora mediante un tornillo cónico, produciéndose calor y presión. En la medida en que la presión deja de ejercerse, el producto es expandido, logrando así aumentos de 9 a 15 % en la conversión (sin modificar ADPV) respecto del grano seco partido, al igual que lo observado con escamas.

Un análisis de ganancia diaria de peso, consumo de materia seca, conversión y eficiencia se muestran en la Tabla 2 comparando dietas elaboradas con granos de sorgo procesados mediante diferentes métodos, la cual se muestra debajo.

Tabla 2. Comparación entre dietas elaboradas con granos de sorgo sometidos a diferentes métodos de procesamiento. FUENTE: Camps y Gonzalez, 2003.

MÉTODO DE PROCESAMIENTO	PARTIDO SECO	ESCAMAS	RECONSTITUIDO	EXPANDIDO Y MICRONIZADO
ADPV (kg.)	1,16	1,25	1,25	1,25
CMS (kg/an/día)	7,62	7,26	7,12	7,26
Conversión	6,57	5,80	5,67	5,80
% Grano en la dieta	74	74	78	74
Mejora en la eficiencia de la dieta (%)		11,6	13,7	11,6
Mejora en la eficiencia de utilización del grano (%)		15,7	17,6	15,7

Por otro lado, el grano de sorgo puede aumentar sensiblemente su valor alimenticio al ser combinado con otros granos como maíz cosechado húmedo o trigo partido seco. La mezcla de granos basada en las propiedades dinámicas de los almidones reduce la ocurrencia de acidosis asociada a dietas basadas en grano de maíz de alta humedad y grano de trigo o cebada y se optimiza la utilización de los almidones en el tracto digestivo del ganado. Los mejores resultados son obtenidos durante el período de adaptación de animales provenientes de dietas altas en forrajes y su pasaje a dietas altas en granos. El efecto asociativo complementario del es observado cuando se combina el sorgo con granos cuyos almidones presentan una alta proporción de almidón degradable en el rumen, sumada a una alta velocidad de degradación de ese almidón, pero no cuando es asociado con un grano de lenta tasa

de degradación como el caso del maíz entero o partido seco (cf. Camps y González, 2003, cit.).

Al igual que en todos los vegetales, la variedad y las características ambientales del lugar de producción pueden influenciar el valor nutritivo del sorgo tanto como lo hace el método de procesamiento. Investigaciones realizadas en Estados Unidos demostraron que híbridos de sorgo de endosperma amarillo promediaban el 95,1 % del valor nutricional del grano de maíz, mientras que variedades de endosperma blanco alcanzaban el 85,8 % como promedio cuando eran alimentados novillos en terminación. Así se aumenta la eficiencia del 9,6 % de los granos de sorgo de endosperma marrón rojizo a 25,1 % para los amarillos (cf. Camps y González, 2003, cit.).

Dentro de este contexto de variables complejamente interrelacionadas, se espera que surjan nuevas investigaciones que permitan conocer las variedades más propensas a lograr alta eficiencia en el uso del grano de sorgo, con o sin procesamiento.

- Usos en la alimentaciòn humana

El sorgo se ubica en tercer lugar de los granos usados en el mundo para la alimentación humana, aproximadamente el 75% de la producción mundial. En zonas de la India, África y China, constituye más del 70% del total de calorías y suministra gran parte de las proteínas de la dieta. Esto ha ocasionado un desequilibrio nutricional (enfermedad de Kwashiorkor) debido a una cantidad insuficiente de proteínas en la dieta de calidad inadecuada[27].

Para fines nutricionales del ser humano, las características de las proteínas del sorgo son muy importantes. Al ser comparadas con el patrón de aminoácidos de la proteína estándar de FAO, el grano de sorgo molido resultó deficiente en lisina, triptofano y metionina. Por su parte las proteínas de germen de salvado contienen aproximadamente 4 veces mayor cantidad de lisina y 2 veces la de arginina y glicina

[27] Cf. D. Murty, K. Kuma, "Traditional uses of sorghum and millets", en *Sorghum and Millets: Chemistry and technology*, Dendy, DAV ed. American Association of Cereal Chemists INc., St Poul, Minnesota, 1995,:185-221; Taylor, ob. cit, 2006 y Y. Mestre, *Usos del Sorgo granífero en la alimentación humana y otros. Información Técnica Cultivos de Verano. Campaña* Publicación Miscelánea N 108, 2007: 9-19.

que las proteínas del endosperma. Cabe aclarar que la cantidad de aminoácidos disponible para el cuerpo luego de ingerir las proteínas de los alimentos puede ser menor de lo que indica su composición, lo que se evalúa a través de la biodisponibilidad. Estudios en seres humanos confirmaron la necesidad de suplementos de lisina y posiblemente treonina en dietas basadas principalmente en sorgo para una nutrición óptima de proteínas. Así, un agregado de 0,5% de lisina y 0,2% de treonina produjo un crecimiento equivalente a una dieta basada en caseína en 11%, en niñas de 11 y 12 años, mientras que no se obtuvo respuesta con suplemento de metionina, isoleucina, triptofano y valina[28].

Investigaciones recientes han demostrado que el consumo de grano entero es nutricionalmente más adecuado que el consumo de la suma de sus partes (endosperma, gérmen, pericarpio), debido al mejor aprovechamiento de sus nutrientes: fibra dietaria, antioxidantes, compuestos fenólicos, lignanos, minerales, vitaminas y demás fotoquímicos. En el sorgo como en otros granos, las capas del pericarpio y la aleurona tienen cantidades importantes de vitaminas y minerales, por lo que el perlado puede ocasionar pérdidas de algunos de estos nutrientes. Cuando se realizó el descascarado de sorgos blanco y rojo se observó que este proceso tecnológico redujo significativamente el contenido de macro y micronutrientes como así también de ácido fítico, polifenoles y de la capacidad antioxidante[29]. En este sentido Llopart y colaboradores (2015) han evaluado la importancia nutricional del consumo de sorgo como grano entero procesado por extrusión en animales de experimentación, manifestando propiedades nutricionales beneficiosas como ser:

- efecto saciógeno
- fermentación colónica (reducción del pH cecal)
- efecto antioxidante a nivel colónico
- menor actividad de enzimas cecales negativas
- disminución de triglicéridos plasmáticos, principalmente por el consumo de sorgo rojo.

[28] Cf. A. Saravia, I. Delgadillo, A. Nunes, A. Loureiro Correa, "High-Pressure processsing for improving digestibility of cooked sorghum protein", en *Improving Food Quality with Novel Food Processing Technologies*. Boca Raton, Estados Unidos de America, Ed. CRC Press Taylor & Francis Group, O. Tokuşoğlu y B. Swanson ed., 2015, Cap 9: 183-194.

[29] Cf. E. E. Llopart, *Propiedades fisicoquímicas y nutricionales de productos extrudidos y popeados de sorgo integral de diferentes variedades*, Tesis de doctorado, Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ingeniería Química. Instituto de Tecnología de Alimentos. Santa Fe, Argentina, 2015.

El sorgo que se considera apto para consumo humano es el que no posee taninos condensados, ya que estos compuestos afectan negativamente el valor nutritivo del sorgo. Como ya se ha mencionado, la ventaja agronómica de la presencia de taninos al disminuir la preferencia de los pájaros por los granos de sorgo, va acompañada de desventajas nutricionales, principalmente por su capacidad de formar complejos con proteínas que las hacen menos digeribles; y en menor medida por la inhibición de las enzimas digestivas y por la reducción de la biodisponibilidad de micronutrientes[30]. También produce desventajas al inactivar las enzimas amilasa extraídas de la malta y reducir significativamente la hidrolisis del almidón y la producción de azúcares durante la elaboración de cerveza (cf. Taylor y col., 2006, cit.).

Si bien el cultivo de sorgo alto en taninos parece ser imprescindible para evitar las pérdidas de cosecha por el ataque de aves, recientemente se han conocido investigaciones que demarcan que un tratamiento del grano con NaOH 0,075 M durante 8 horas es efectivo para reducir la inhibición enzimática que provocan los taninos durante el malteado. De este modo se amplían las posibilidades de utilización de grano de sorgo alto en taninos para nutrición humana[31]. Este proceso es superador al utilizado anteriormente, en el cual se sometía el sorgo a una solución de formaldehído el cual polimerizaba los compuestos fenólicos (taninos) formando resinas, pero existen preocupaciones acerca de la toxicidad del formaldehído en las aplicaciones de alimentos (cf. Taylor y col., 2006, cit.). Es recomendable, en todos los casos, evaluar estas alternativas antes de implementarlas en sorgo para alimentación.

Resumiendo, los principales usos actuales del sorgo son:

- Uso en productos horneados

La harina de sorgo se caracteriza por ser rica en almidones y deficiente en proteínas formadoras de gluten. A veces es utilizada como reemplazo de la harina de

[30] Cf. R. Elkin, B. Hamaker, Y. Zhang, C. Parsons, "Condensed Tannins Are Only Partially Responsible for Variations in Nutrient Digestibilities of Sorghum Grain Cultivars", *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44 (3), 1996: 848-853 y J. Taylor, S. R. Bean, B. P. Ioerger, J. R. Taylor, "2Preferential binding of sorghum tannins with γ-kafirin and the influence of tannin binding on kafirin digestibility and biodegradation". *Journal of Cereal Science* 46 (1) 2007: 22-31.

[31] Cf. T. Beta, L. Rooney, L. Marovatsanga, J. Taylor, "Effect of Chemical Treatments on Polyphenols and Malt Quality in Sorghum", *Journal of Cereal Science*, 31(3) 2000: 295–302.

trigo y en otras oportunidades se la utiliza con el objetivo de obtener productos innovadores y/o productos diferenciados aptos para celiacos.

Debido a sus propiedades funcionales, la harina de sorgo puede ser refinada y utilizada como reemplazo total o parcial de la harina de trigo, con el fin de disminuir costos. Si bien puede ser utilizada para reemplazar toda la harina de trigo en fórmulas de pan con algunas modificaciones en tipo y cantidades de ingredientes, el sorgo no forma gluten y en consecuencia se obtienen masas más rústicas y menos elásticas que ocasionan inconvenientes tecnológicos de diferente magnitud durante el procesamiento[32]. Por ejemplo, en el pan con levadura se puede reemplazar hasta la mitad de la harina de trigo por sorgo; mientras que en el pan francés las posibilidades de sustitución son menores debido a que los contenidos de fibra de la harina de sorgo no le permiten un crecimiento adecuado. Otro uso es en la elaboración de tortas, donde se puede agregar para endurecer las harinas de trigo y en la elaboración de pan dulce, galletas, muffins, browny, etc. (Cf. Taylor y col., 2006; y Mestre, 2007, cits.).

- Uso como productos expandidos

Este cereal puede ser expandido como grano entero, para obtener productos popeados, extrudidos, snacks, los cuales se pueden consumir como tales o ser incorporados en la elaboración de otros alimentos, como ser barras de cereal o utilizándolos molidos como harinas precocidas (cf. Llopart, 2015, cit.).

- Uso en comidas guisadas

El descortezamiento por perlado o pelado del sorgo granífero o por tratamiento de ácido o álcali produce un producto granífero de bajo contenido de fibras, no tan tierno como el arroz una vez cocido, pero que puede ser utilizado en su reemplazo (Cf. Mestre, 2007, cit.).

[32] Cf. D. Dendy, B. Dobraszczyk, *Cereales y Productos Derivados. Química y Tecnología*, España, Acribia S, A. 2001, p. 17, 312-316,326,423,426 y N. Aimaretti, E. Llopart, A. Codevilla, C. Baudino, A. Clementz, "Desarrollo de una pre-mezcla para pizza a base de harina de grano entero de sorgo y mijo", *Invenio*, 26, 2011: 133-140.

- Uso como aditivo alimentario

La harina de sorgo, ya sea integral, de grano entero o refinada, está compuesta mayoritariamente por almidones, por ello puedo ser utilizada como agente espesante en cualquier tipo de alimento fresco, ya sea en enlatados, pastas, sopas, sopas instantáneas, salsas, helados, postres, yogures, etc. También puede ser utilizado como aglutinante para embutidos, con la función de reducir el costo de los embutidos y unir los ingredientes. Cuando se usa el cereal para unir también actúa como un agente emulsionante entre la grasa, las proteínas y la humedad (Dendy y Dobraszczyk, 2001; Taylor y col., 2006, cits.). Su uso está permitido en Argentina siempre y cuando se cumpla con las exigencias del Código Alimentario Argentino[33].

Por su parte, los almidones del sorgo pueden utilizarse nativos o pre-gelatinizados mediante métodos de popeado o extrudido, con las consecuentes modificaciones en sus propiedades funcionales y en sus aplicaciones en alimentos (cf. Llopart, 2015, cit.).

- Uso como malta de sorgo

Las técnicas modernas de malteado que se usan para la cebada pueden ser aplicadas para el sorgo granífero. La malta de sorgo es rica en alfa-amilasa con sólo de 18 a 39 % de actividad sacarífica por su beta-amilasa, característica especialmente buscada por la malta para destilación. El sorgo granífero malteado se usa como alimento en muchas partes del mundo. Uno de sus mayores usos es en la cerveza de Kaffir, la bebida tradicional de los habitantes de Bantu en el Sur de África cuyo sabor es agrio muy rico y la consistencia de una sopa espesa. El contenido de alcohol oscila entre 2 y 4 % por peso y es particularmente una buena fuente de vitaminas del grupo B para esa población (cf. Mestre, 2007, cit.).

El uso del sorgo para la elaboración de cervezas se originó durante la Segunda Guerra Mundial, debido a la escasez de maíz y arroz. La selección de los granos es un factor importante, ya que no todos los tipos de sorgo son igualmente adecuados para elaborar cerveza, pero el grano de sorgo no requiere procedimientos de manejo o cocido especial en la fabricación de cerveza y se adapta a todos los estilos de complementos de fabricación de la misma. No obstante estas coincidencias, los fabricantes de cerveza volvieron a usar los materiales que estaban más

[33] *CAA, Código Alimentario Argentino*, 2016, Cap. VI, Artículo 323 - (Res. 1997, 23.9.88).

acostumbrados y el interés en la elaboración de cerveza con sorgo fue desapareciendo (cf. Mestre, 2007, cit.). En los últimos años, varias fábricas de cerveza, principalmente artesanales, volvieron a usar granos de sorgo en la fabricación, con el objetivo de ofrecer una cerveza innovadora, equivalente en composición química y estabilidad, apta para celiacos.

- Uso para elaboración de películas comestibles

Los polímeros de los granos de sorgo han sido bien investigados debidos a su potencial para elaborar films y coberturas de bioplásticas, degradables y comestibles. Últimamente se han producido films activos de harina de sorgo y almidón enriquecido en nisina, capaces de inhibir el crecimiento de la bacteria Gram+ *Lactobacillus debrueckii*. La Kafirina, que es una proteína de almacenamiento, prolamina, es una buena opción para fabricar bioplásticos debido a que es la más hidrofóbica de las prolaminas y su digestibilidad se reduce con calor húmedo. Al respecto es importante destacar que los films de Kafirina puede elaborarse con extractos obtenidos de diferentes fracciones de la molienda seca, incluido el salvado, modificando solamente el color del film (cf. Taylor, 2006, cit.).

Actualmente, se elaboran numerosos productos alimenticios a partir de este grano que, por no tener las proteínas que generan el gluten es apto para ser consumido por personas celíacas. Esta particularidad está potenciando la demanda mundial debido al incremento exponencial de la prevalencia de dicha enfermedad.

- Usos industriales

La Argentina presenta condiciones favorables para la elaboración de materiales renovables de uso industrial. Su potencialidad radica en las condiciones agronómicas que le otorgan la extensión de su territorio, la variedad de características climáticas y agroecológicas, el desarrollo del sistema público-privado de ciencia y tecnología y una agroindustria en expansión. Estos factores se conjugan en la posibilidad de disponer de territorios cultivables sin que los productos cosechados adhieran al dilema moral que puede suponer la utilización de productos alimentarios con fines energéticos.

En lo que respecta al sorgo, éste tiene un gran potencial para ser utilizado en la producción biomateriales y bioenergía debido a que posee un grano rico en almidón

(60-77 %) y un bagazo rico en fibras y biocompuestos que también pueden ser aprovechados (cf. Taylor, 2006, cit.).

Sin bien aún muchas de las vías de obtención de energía y productos químicos a partir de materiales renovables, aún no son competitivas, en los últimos años se ha estado investigando la utilización de materiales de descarte o desecho para la producción de energía, con el propósito de disminuir su costo, al tiempo que se pretende colaborar con el depósito responsable y tratamiento de algunos residuos. Este proceso de biotransformación se perfila como un recurso energético potencialmente sostenible, que puede ofrecer ventajas medioambientales y económicas a largo plazo en contraposición con los combustibles fósiles. Además, en la medida que se incremente el precio del petróleo y avance la biotecnología, las biotransformaciones de materias primas renovables se tornarán más atractivas[34]. En este contexto los usos industriales más destacados del sorgo se detallan a continuación:

- Uso como fuente de energía renovable

Debido a la disminución de reservas de combustibles fósiles, han sido revalorizadas las fuentes alternativas de energías renovables, sustituibles, eficientes, efectivas, convenientes y seguras. Es necesaria la incorporación de materias primas renovables en las cadenas productivas de los productos de elevada demanda, atendiendo a su mejor biodegradabilidad y menor toxicidad (cf. Aimaretti y col., 2012, cit.).

Como especie C4, el sorgo es un eficiente convertidor de la energía solar en biomasa, ya que con un bajo requerimiento de insumos produce una elevada cantidad de carbohidratos (cf. Carrasco, 2011, cit.). Por su morfología y la composición química de cada una de sus partes el sorgo puede ser biotransformado en biogás o en bioetanol.

Además, el grano puede ser descacarillado, molido e hidrolizado, ya sea con enzimas o con un proceso químico, para obtener glucosa que pueda ser utilizada para preparar un mosto, que sometido a fermentación etílica permite generar bioetanol (cf. Mestre, 2007, cit.).

[34] Cf. N. Aimaretti, C. Ybalo, M. Escorcia, A. Codevilla, "Revalorización de descartes agroindustriales para la obtención de bioetanol", *Invenio* 28, 2012: 141-157.

Por otro lado, también pueden utilizarse los tallos, ricos en azúcares y materiales celulósicos para la fermentación etílica. Según la estructura química de los componentes se necesitan pretratamiento hidrolíticos diferentes, pero luego el proceso de fermentación es similar en todos los casos. El sorgo dulce se caracteriza por un tallo de composición casi similar a la caña de azúcar (cf. Carrasco, 2011, cit.). Por su parte el bioetanol obtenido de materias lignocelulósicas también puede ser considerado bioetanol de segunda generación y se presenta como alternativa futura que requiere de investigaciones que permitan su aplicación.

Alegre y colaboradores (2012) han calculado rendimientos teóricos de distintos materiales, evaluados a partir de una técnica igualmente utilizable para la evaluación de maíz, basados en el contenido total de almidón, de taninos y de textura, han permitido establecer diferencias entre cultivares, que sirve de base para la selección de materiales para la producción de etanol. Si bien se necesitan datos experimentales, mediante este trabajo se ha estimado que el hibrido Prointa 341 puede rendir un máximo de 484.1 mL/kg MS[35].

Los rendimientos etílicos dependen estrictamente de la composición química de cada variedad de sorgo y del método de fermentación. Si bien hay varias investigaciones en el mundo, no se cuenta al momento con un dato concreto de productividad en nuestro país. Dien y sus colaboradores llevaron a cabo una investigación en Estados Unidos reportando que aplicando un tratamiento previo con hidróxido de amonio diluido y fermentando en el sistema de sacarificación y fermentación simultánea (SSF) han logrado rendimientos de entre 116 y 130 mg etanol/g biomasa seca en híbridos con bajo contenido de lignina[36]. Es decir, que si consideramos un valor de materia seca por hectárea de 11 toneladas, el rendimiento etílico de 1 hectárea sería aproximadamente 1400 kg, es decir 1774 litros de bioetanol. Este valor es muy similar a los 2043 L obtenidos de bagazo de maíz[37] pero además debe considerarse que la potencialidad del sorgo como biomasa

[35] M. Alegre, P. Copia, L. Giorda, "Sorgo granífero, fuente potencial para la producción de etanol en Argentina", *II Simposio Nacional de Sorgo*, Ediciones INTA. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi, 2012.

[36] Cf. B. S. Dien, G. Sarath, J. F. Pedersen, S. E. Sattler, H. Chen, D. L. Funnell-Harris, M. A. Cotta, "Improved sugar conversion and ethanol yield for forage sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) lines with reduced lignin contents*", BioEnergy Research* 2 (3) 2008: 153-164.

[37] Cf. O. Sánchez, C. Cardona, "Trends in biotechnological production of fuel ethanol from different feedstocks", *Bioresource Technology* 99, 2008: 5270–5295.

depende de la variedad, de las condiciones del cultivo y del momento de cosecha. Esto significa que el sorgo produce la misma cantidad de etanol por unidad de masa que otras materias primas comparables, pero utiliza un tercio de agua menos para formarla (cf. Carrasco, 2011, cit.). En este punto es importante destacar que el bioetanol producido puede ser utilizado como combustible o también como anticongelante, agente de deshidratación, medio de reacción, antiséptico, agente de precipitación, curado de tabaco manufacturado, disolvente y materia prima en la industria química, entre otros, siempre y cuando se logre el grado de pureza y especificación requerido para cada uso (Aimaretti y col., 2012, cit.).

La biomasa producida por el sorgo, así como también, los subproductos generados en los procesos fermentativos, pueden ser útiles para su empleo directo como biocombustible sólido, para la generación de electricidad, para la producción de biogás, para la fabricación de papel e incluso, para alimentación animal. Alternativamente también pueden ser sometidos a fermentación anaeróbica para la producción de biogás, que luego podría utilizarse para calefaccionar, o para convertir en electricidad o en otra fuente de energía. Como ya se ha mencionado, los rendimientos y las productividades están estrictamente relacionados con las variedades y las condiciones del cultivo, pero se ha demostrado que si la producción de biomasa es eficiente, el rendimiento de biogás es comparable al del maíz.

Mahmood y Honermeier han estudiado diferentes variedades de sorgo, logrando obtener un rendimiento máximo de biogás de 8260 m^3/hectárea, con un máximo de 4493 m^3/hectárea de metano (55 %) al cultivar la variedad *Goliath* en Alemania (49°45′N; 8°29′E, 90.7 m sobre el nivel del mar, suelo arenoso, temperatura media del aire a largo plazo: 9.4 ° C, precipitación media a largo plazo: 590 mm/año). Este rendimiento es superior al obtenido en la producción de biogás a partir de cultivos de maíz en Argentina descriptos por investigadores de INTI Concepción del Uruguay de 6000 m^3/ha[38].

Otra alternativa incipiente para el aprovechamiento de la biomasa es la producción de hidrógeno, el cual también podría ser obtenido a partir del metano obtenido en la digestión anaeróbica.

[38] Cf. S. Budzinski, N. Cazaux, “Biogás, una alternativa sustentable. Instituto Nacional de Tecnología Industrial”, *Saber Cómo*, 87, 2010: 5.

El marco legal en el cual se sustenta el desarrollo de la industria de biocombustibles nacional se encuentra en la Ley de Biocombustibles 26.093 (2006) conjuntamente con la Ley de Bioetanol 26.334 (2008). En la primera, se crean condiciones para el desarrollo de un mercado de biocombustibles para consumo interno a partir de beneficios fiscales. Mientras que en la segunda se extiende el régimen de promoción para fomentar la participación de la industria azucarera en la producción de etanol. En síntesis, el sorgo puede cumplir un rol fundamental dentro de la oferta bioenergética, generando un nuevo nicho de mercado.

- Uso en la industria de la construcción

Uno de los primeros usos de productos de sorgo molido seco fue en la fabricación de placas para la construcción de tabiques de yeso. Al yeso calcinado se le agrega un producto de harina fina hervido o dextrinizado. Esta mezcla se incorpora con una pasta de una espuma pesada en láminas finas en un proceso continuo. El almidón va hacia la superficie durante el secado y controla el crecimiento del cristal y pega el centro de yeso con la funda de papel. Un segundo uso de la harina de sorgo es como agente aglutinante en placas aislantes. Si se agrega harina de otro cereal a la pasta, se modifica la resistencia y la densidad de las placas (cf. Mestre, 2007, cit.).

- Uso en la industria de la fundición

Las harinas de sorgo gelatinizadas se usan como aglutinantes principales en fundición y como aditivos de arena para hacer moldes que mantengan la forma de la cavidad deseada. Al agregar entre 1 y 3% de harina de sorgo pre-gelatinizada a arena de moldeo, se aumenta la fuerza y la dureza y se disminuye la permeabilidad y la expansión termal del molde (cf. Mestre, 2007, cit.).

- Uso en el refinamiento de minerales

El almidón y los productos de cereal molido seco pueden utilizarse para la separación selectiva o refinamiento de los minerales deseados y los que no se usan ya que la flotación de espuma es el principal medio de concentración de cobre, plomo, zinc, fosfato y potasio, cuando el mineral dividido finamente se suspende en un líquido que contiene burbujas de aire (cf. Mestre, 2007, cit.).

- Uso en la fabricación de papel

Los harinas de sorgo granífero finamente molida, con alto contenido de almidón, y bajo contenido de proteínas y fibras pueden utilizarse en la fabricación de papel como adhesivos, tanto en encolado y como para revestimiento. Si se agrega entre un 2 y un 5% de una harina cocida como adhesivo, se obtiene una retención menor, pero la misma resistencia al doblez, la tensión y la rotura para el papel resultante, cuando se lo compara con un mismo agregado de almidón de maíz (cf. Mestre, 2007, cit.).

5. Valor agregado

El concepto de valor agregado tiene su origen en lo económico contable, pero el mismo se ha ido transformando. Las nuevas tendencias no modifican el concepto de valor agregado ni su medición, pero sí fomentan el surgimiento de nuevas estrategias de agregación de valor en las cadenas agro-productivas. Esto sugiere que la promoción del valor agregado se traduzca en: más empleos, más inversiones y un mejor aprovechamiento de los recursos naturales, no sólo en el componente en cuestión, sino en los otros componentes del sistema agroalimentario en que se desenvuelve la cadena. Además, la retención de valor en origen se enmarca dentro del enfoque territorial del desarrollo rural y supone la puesta en marcha de estrategias de agregación y retención de valor en las zonas donde se genera el producto, que buscan también, que el productor se integre verticalmente a la cadena y se apropie de una o varias de las etapas post-cosecha[39].

Si bien el agregado de valor se torna como una gran oportunidad para industrializar la ruralidad, también es una propuesta para desarrollar nuevas alternativas. En este sentido se deben tener muy presentes las demandas del mercado y sus consumidores a la hora de definir las estrategias a llevar a cabo. Esto podría sintetizarse diciendo que al existir una oportunidad de mercado, se puede innovar en una estrategia de agregado de valor (cf. Aimaretti y col., 2016, cit.).

[39] Cf. N. Aimaretti, M. C. Canesini, I. Diruscio, L. Martins, J. Calcha, M. Soressi, J. C. Terán, A. Rausch, G. Almada, M. H. Sordo, C. Callaci, D. Ochandio, A. Lauxmann A. 2016. Agregado de valor: un diagnóstico preliminar", *Invenio* 19 (36) 2016:143-168 y Aimaretti y col. 2012, cit.

Aproximadamente, el 20% del área cultivada de sorgo se destina a la elaboración de silos (sorgos graníferos, sileros, azucarados) y el 80% restante a la producción de granos de diferentes calidades y finalidades: consumo animal, uso industrial, bioenergía, molienda seca, molienda húmeda, entre otros[40]. Actualmente en Argentina, el mercado interno es el destino principal del grano de sorgo, entre 75 % y 90 %. La demanda se compone esencialmente de molienda para alimentación de firmas dedicadas a la producción ganadera y lechera (cf. Barberis y Sánchez, 2013, cit.).

De los granos producidos, más del 80% se utiliza para consumo animal y el resto se destina al proceso de molienda. Por similares características agronómicas con el maíz, la molienda de sorgo presenta dos tipos de procesos: molienda húmeda y molienda seca. De esta última se extraen principalmente harina y pellets con destino a la industria alimenticia. Mientras que del otro proceso se extraen almidón y glucosa para la elaboración de alcoholes con destino a la industria farmacéutica y de biocombustibles. La **Figura 6** muestra de modo esquemático la cadena del sorgo en Argentina, donde se observan los diferentes destinos de la producción (cf. Bragachini y col., 2012. Cit.).

[40] Cf. M. Bragachini, C. Casini, A. Saavedra, J. Méndez, R. De Carli, E. Behr, L. Errasquin, F. Ustarroz, G. Urrets Zavalía, E. Forquera, M. Alladio, *Evolución del Sistema Agropecuario Argentino*, Córdoba (Ar) Manfredi, Ediciones INTA – PRECOP, 73, 2012.

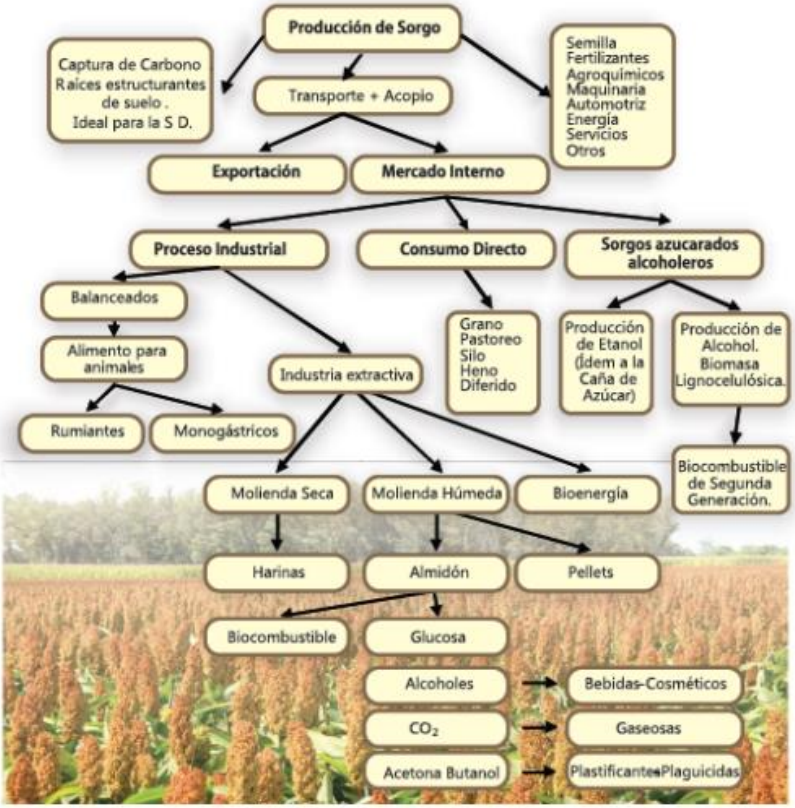


Figura 6. Cadena de sorgo en Argentina. Fuente: Bragachini y col., 2012.

Además de los procesos y productos ya conocidos, existe una variedad de alternativas que permitirán agregar valor al sorgo. Una de esas alternativas es el **cultivo diferenciando**, ya sea como cultivo orgánico o cultivo sin taninos condensados. Todos los granos de sorgos graníferos, poseen sustancias tánicas hidrolizables (ácido gálico y ácido elágico), que no representan un factor negativo al considerar su valor biológico. Sólo los sorgos que poseen taninos condensados, afectan negativamente el valor nutritivo del mismo causando una disminución en la eficiencia alimentaria. Como se ha mencionado, los sorgos graníferos sin taninos

condensados tienen un valor nutritivo equivalente a un 96% del valor nutritivo del maíz.

En el mundo, casi el 60 % del sorgo es utilizado para consumo humano, por este motivo se requieren sorgos sin taninos condensados. El Ministerio de Agricultura ha informado recientemente que Argentina se está iniciando en esta producción con potencialidad suficiente para ser un país reconocido como productor de este sorgo con alta calidad, ya que hoy el sorgo es sinónimo de adaptabilidad, cultivo sustentable, bajo costo, buena genética, altos rindes, excelente para la rotación de suelos y con un mercado potencial en China (MinAgri, 2016). No obstante, si se chequean los rendimientos, puede advertirse que este no se ha modificado en los últimos 40 años, por lo que cabe suponer que resta aún mucho trabajo por realizar con fin de mejorar la genética y modificar las condiciones de cultivo de modo de incrementar esos valores, tal vez teniendo como meta inicial un incremento del 10% (ver **Figura 3**).

En este sentido, a fines de 2013 se puso en marcha un molino de sorgo en la localidad cordobesa de James Craik, el único en su tipo en la Argentina y Sudamérica que producirá: almidones modificados y harinas, integrales y con baja fibra. El mismo es fruto de10 año de trabajo y pertenece al grupo empresario Amylum S.A. integrado por productores, técnicos y comerciantes de las zonas de Oncativo, Oliva y Colonia Almada, en la provincia de Córdoba.

Conforme al desarrollo de este documento, en la **Figura 7** se esquematizan otras opciones de revalorización teórica integral del grano de sorgo sin taninos condensados.

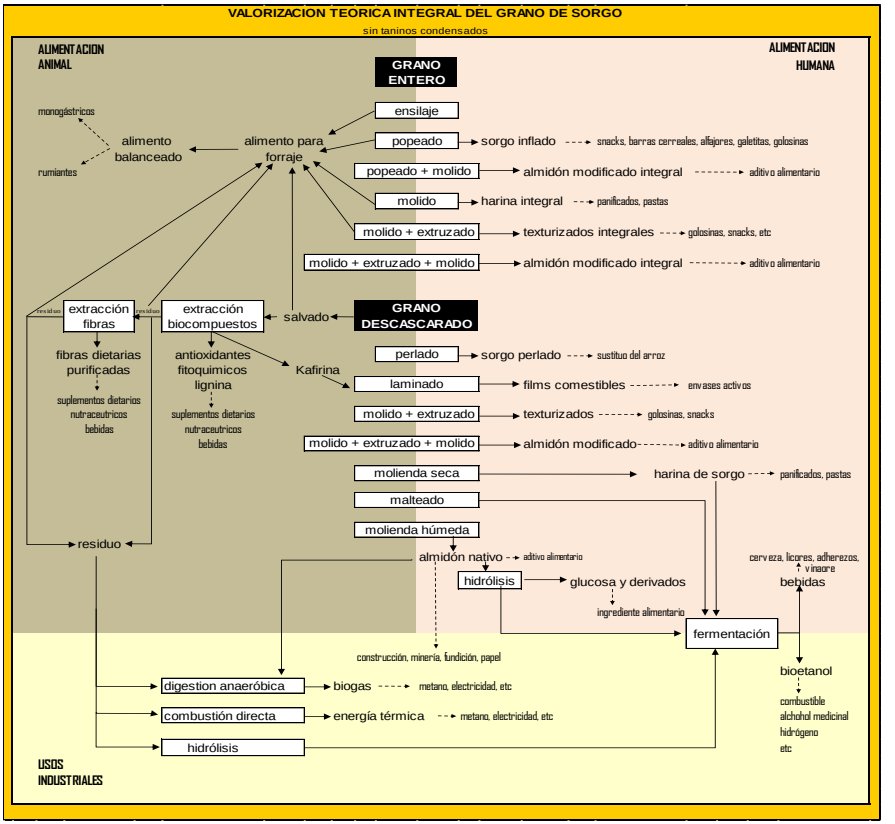


Figura 7. Esquema representativo de las opciones de revalorización teórica integral del grano de sorgo.

Otro proceso que permitirían obtener productos innovadores derivados del sorgo es el **popeado.** Esta es una opción de transformación utilizada para los cereales que no sólo mejora la vida útil, sino que también los cocina, les añade sabor y aumenta su aceptabilidad. Es un método tradicional muy sencillo, económico y rápido, donde los granos se exponen a altas temperaturas por corto tiempo. El popeado implica la explosión del grano, con la consiguiente transformación del cereal, que permite obtener otra variedad de productos, o harinas precocidas para elaborar alimentos. En

la investigación realizada por Llopart y col. (2016), se estudiaron fisicoquímicamente 28 variedades de híbridos de sorgo, 14 de ellas blancas y 14 rojas cosechas en Argentina, y se investigó como variables del proceso la temperatura y la humedad. Entre las principales conclusiones se destaca que no todos los híbridos presentaron aptitud para este proceso y que la dureza y color del grano se correlacionaron con el rendimiento en procesamiento. El mayor volumen aparente del popeado correlacionó con mayor dureza del grano y menor intensidad de color, es decir, que los híbridos blancos analizados en este estudio popearon mejor. Los productos popeados que permitieron obtener las mejores características para la elaboración de "palomitas de sorgo", aptas para consumo humano fue un híbrido de sorgo blanco a 250ºC - 18% H y de sorgo rojo a 250ºC - 14% H. De esta investigación se desprende que el proceso de popeado no afecta significativamente proteínas y contenido de lípidos (extracto etéreo), mientras que se redujeron las cenizas y la fibra dietaria, probablemente debido a cierta pérdida de la cascara durante el proceso. La cantidad de todos los minerales también se redujeron por el popeado, aunque la disponibilidad del hierro aumentó, la del Zn se redujo y la de Ca no varió. Asimismo, la digestibilidad proteica aumentó 8 y 9 % y la lisina disponible disminuyó 24 % y 16%, para sorgo blanco y rojo respectivamente (cf. Llopart y col., 2016, cit.).

Otra tecnología que permite alterar las propiedades del sorgo es la **extrusió**n. Este es un proceso en el que un material es forzado a fluir, bajo diferentes condiciones de mezclado, calentamiento y cizallamiento, a través de una boquilla de una dada geometría, para dar forma o expandir los ingredientes. Puede ser utilizada para elaborar alimentos como: cereales para desayuno snacks (aperitivos salados y dulces), alimentos para bebes, sopas instantáneas, rebozadores y coberturas, proteínas vegetales texturizadas, sustitutos de carne, almidones modificados, productos de confitería, pastas (fideos), bebidas en polvo, galletitas, productos dietéticos, granolas, cucuruchos, etc.[41]. Asimismo, Llopart y col. (2014)[42] investigaron la influencia de la extrusión híbridos de sorgos blanco y rojo, variando las condiciones de humedad y temperatura, logrando un producto expandido tipo

[41] Cf. R. J, González, R. L. Torres, D. M. De Greef, "Extrusión-Cocción de cereales", *Boletín da Sociedade Brasileira de Ciencia e Tecnología de Alimentos (sbCTA)*, 36 (2) 2002: 83-136.

[42] E. E. Llopart, S. R. Drago, D. M. De Greef, R. L. Torres, R. J. González, "Effects of extrusion conditions on physical and nutritional properties of extruded whole grain red sorghum (sorghum spp)", *International journal of food sciences and nutrition* 65(1) 2014: 34-41..

snack. En dicha investigación se observó que el proceso no afectó significativamente al contenido de ningún macronutriente y que el almidón gelatinizado fue mayor en el sorgo rojo. Por su parte, el contenido de Fe varió luego del proceso, aumentando significativamente su disponibilidad. Además la disponibilidad del Zn disminuyó luego de la extrusión y la del Ca no varió. Por su parte, la digestibilidad proteica logro ser aumentada durante el proceso (15 y 25 %), pero la lisina disponible se redujo (20 y 31 %) para sorgo blanco y rojo, respectivamente.

En síntesis, a través de la tecnología de popeado es posible obtener palomitas de sorgo, las cuales se pueden moler y obtener harinas precocidas integrales, que pueden considerarse una fuente importante de antioxidantes (cf. Llopart y col., 2016, cit.). A partir de expandidos por extrusión, es posible obtener, por una molienda, harinas precocidas para preparar mezclas instantáneas de sopas tipo crema y papillas con buenas propiedades de hidratación (cf. Llopart, 2015, cit.).

Estas harinas precocidas integrales tienen propiedades funcionales por contener compuestos fitoquímicos beneficiosos para la salud y están compuestas principalmente por almidones modificados de gran valor para la industria alimenticia, cuyos usos dependerán exclusivamente de las propiedades funcionales del producto obtenido y éstas a su vez dependerán de las condiciones del procesamiento. Es decir que el abanico de productos es muy amplio. Para este tipo de productos la principal competencia son los almidones de maíz, no obstante, el reemplazo de almidones de maíz por almidones de sorgo permitiría diversificar el mercado actual, al tiempo que podrían reducirse los costos directos de producto si es que el proceso se realiza en el mismo lugar en el que se cultiva. De este modo se reducirían notablemente los costos de transporte dado que el producto a comercializar posee un valor mucho mayor y un volumen mucho menor.

Si el resto de las materias primas utilizadas para la elaboración de alimentos son sin TACC, sería posible elaborar alimentos con sorgo para toda la población, incluyendo a la creciente celíaca. En este sentido se han llevado a cabo varias investigaciones combinando las harinas de grano entero de sorgo con otras harinas sin gluten y de bajo costo, como el mijo, con almidones modificados y aditivos, logrando **diseñar nuevos alimentos** que permiten aumentar la disponibilidad de alimentos sin TACC de elevado valor nutricional y sensorialmente aceptables, que en algunos casos podrían ser rotulados como alimentos funcionales, por su contenido de fibras y de antioxidantes. Como ejemplos de los alimentos desarrollados se mencionan los siguientes:

- Pre-mezcla en polvo para pizza tipo casera a base de harina de grano entero de sorgo y mijo (cf. Aimaretti, 2011, cit).
- Pan tipo tradicional rico en fibra alimentaria elaborado con harina de grano entero de sorgo blanco[43].
- Pasta untable vegetal a base de harina de grano entero de sorgo y de mijo[44].
- Barra de cereal a base de grano entero de sorgo[45].
- Papilla a base de grano entero de sorgo blanco extrudido[46].
- Masa de oblea integral sin TACC a base de grano entero de sorgo blanco[47].
- Snacks integrales de sorgo blanco sin TACC[48].

6. Consideraciones

Hace unos pocos años comenzó a vislumbrarse un panorama más que alentador para el sorgo, no sólo como granífero, sino también como recurso forrajero y de otros usos alternativos. La información surgida de los ensayos de larga duración refuerza el concepto de la necesidad de rotar cultivos donde se deben sincronizar los objetivos específicos de manejo de suelo (cobertura, mineralización, lixiviación de nutrientes) con las necesidades de los cultivos. Resulta necesario mantener una fuerte presencia de gramíneas en las secuencias, donde cultivos como el sorgo se

[43] Cf. Molinengo, M. Pieroni, *Pan tradicional rico en fibra alimentaria elaborado con harina de grano entero de sorgo blanco*. Tesina de Licenciatura en Nutrición (Facultad de Química - UCEL), 2012.

[44] Cf. Aimaretti N, Llopart E, Clementz A, Codevilla A, Biasoli M. 2013. Desarrollo de una pasta untable vegetal a base de harina de grano entero de sorgo y de mijo. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 17 (2): 54-60.

[45] Cf. E. Llopart, "Elaboración de una barra de cereal a base de grano entero de sorgo blanco popeado", en *La cuestión ambiental: temas y problemas*, C. A: Lértora Mendoza (ed.). Bs. As., FEPAI, 2012. E-Book.

[46] Cf. A. P. Reybet, R. Rímini y E. Urbani, *Elaboración de una papilla a base de grano entero de sorgo blanco extrudido sin TACC* Tesina de Licenciatura en Nutrición (Facultad de Química - UCEL), 2013.

[47] Cf. N. Cotonat y E. Tiser, *Elaboración de una masa de oblea integral sin TACC a base de grano entero de sorgo blanco.* Tesina de Licenciatura en Nutrición (Facultad de Química - UCEL), 2014.

[48] Cf. S. Lorenzetti, D. Toplikar, *Evaluación de la composición nutricional y grado de satisfacción de snacks integrales de sorgo blanco sin TACC en la ciudad de Rosario de la provincia de Santa Fe en el año 2014.* Tesina de Licenciatura en Nutrición (Facultad de Química - UCEL), 2014.

transforman en los verdaderos eslabones que sostienen el sistema de producción. Su cultivo resulta fundamental por su contribución a elevar el contenido de materia orgánica del suelo a través de su aporte voluminoso de rastrojos y, con labranza conservacionista, disminuir las pérdidas de agua por evaporación y controlar la erosión. Este concepto se refuerza para aquellos sistemas de producción que poseen ambientes limitantes para la disponibilidad hídrica y en los que el sorgo se convierte en un cultivo estratégico. Por el contrario, un esquema productivo basado en cultivos que por las características de sus rastrojos efectúen una baja reposición de carbono como algunas oleaginosas, pueden llegar a establecer condiciones que afectarían la sustentabilidad del sistema. Las decisiones que se tomen en la búsqueda de una agricultura rentable deben estar contempladas dentro de procesos racionales donde resulta fundamental conocer cuáles son las limitaciones de cada sistema de producción, las alteraciones que se producen sobre el mismo y en base a ello, aplicar prácticas de manejo que recuperen el potencial productivo y permitan seguir avanzando con una visión integral que atenúe los riesgos. La inclusión de sorgo en las secuencias es una decisión saludable para estos sistemas productivos (cf. Carrasco y col., 2011, cit.).

El INTA viene trabajando, especialmente en la EEA Manfredi, en el desarrollo de materiales genéticos, apuntando a mayor productividad y usos específicos. Se destaca el desarrollo de variedades de alto contenido de azúcares, que lo hacen aptos para la producción de bioetanol y/o destilados alcohólicos, un uso alternativo derivado que tiene su importancia en muchos países. De igual forma se trabaja en variedades de baja concentración de taninos, aptas para el comercio internacional y para el consumo humano. Además, la implementación del sistema informativo de precios de referencia “SIOGRANOS”, viene contribuyendo de manera sensible a la mayor transparencia de los mercados granarios. El sorgo ha sido uno de los productos incluidos en la primera etapa de este desarrollo conjunto entre el Estado (Ministerio de Agroindustria) y el sector privado representado por las Bolsas de Cereales. En consecuencia, el productor o cualquier agente de la cadena comercial, cuentan con información detallada de precios diarios pagados por este producto en todas las zonas del país, lo que facilita la toma de decisiones comerciales y transparenta los mercados (cf. MinAgri, 2016, cit.).

El fomento del cultivo en zonas alejadas de los puertos, aptas agronómicamente para el cultivo exitoso del sorgo, deberá verse orientado a generar condiciones que hagan rentable su utilización para la producción de bioenergías y/o harinas, almidones modificados, fibras y compuestos bioactivos (cf. MinAgri, 2016, cit.).

Si bien el cultivo de sorgo es utilizado mayoritariamente para consumo interno se observó en las campañas del 2011/2012 un gran incremento en la superficie cultivada que se vio reflejado en un incremento de producción, pero no en un incremento del consumo interno. La tendencia orientada a incrementar la exportación podría marcar una tendencia futura en el mercado de no existir un desarrollo de la industria local (cf. Barberis y Sánchez, 2013, cit.).

En definitiva, el sorgo en Argentina tiene potencial como para transformarse en una alternativa valiosa, tanto desde el punto de vista de la empresa agropecuaria productora de granos, como de la cadena comercial orientada a la exportación y a la agroindustria. El sector agrícola posee agroindustrias integradas verticalmente y se dispone de la capacidad y la tecnología suficiente como para avanzar en este sentido. De las habilidades de cooperación y comercialización depende qué grado de valor agregado pueden tener los productos mayormente comercializados (Aimaretti y col., 2016, cit.).

7. Conclusiones

El desarrollo del presente documento arroja como principales conclusiones las siguientes:

- Es necesario continuar con las investigaciones que deriven en incrementos en la productividad del cultivo de sorgo.

- Existen parámetros físicos, como el color y la dureza del grano, que permiten seleccionar las mejores variedades para cada proceso. Esto permitiría elaborar cartillas de calidad de materia prima para aptitud industrial, que podrían devenir en diferenciación de precios por calidad.

- Los productores deben ser concientizados respecto a la calidad de sorgos a sembrar, según su fin, al tiempo que se debería incentivar el cultivo de sorgos sin taninos condensados.

- La industrialización del sorgo con el objetivo de producir harinas y almidones con características particulares, permitiría ampliar las opciones de mercado.

- Dentro de la industrialización, es necesario también valorizar los subproductos del procesamiento del sorgo, ya que son ricos en nutrientes.

- La apertura del mercado chino es una buena oportunidad para ofrecer otros productos derivados como ser: almidones modificados, harinas, fibras, prebióticos, etc.

- El déficit nutricional de las proteínas del sorgo para alimentación humana puede ser evitado si el mismo se complementa, dentro del mismo alimento, o en la dieta, con otros vegetales ricos en lisina como las legumbres.

- La incorporación de alimentos de grano entero de sorgo en la dieta podría ser una alternativa para incrementar la oferta de productos de funcionales con beneficios en la salud.

- En lo que respecta a bioenergía, si bien el rendimiento etílico del sorgo azucarero es similar al del maíz, en argentina sólo está permitida la comercializado, como combustible, de bioetanol obtenido a partir de caña de azúcar. No obstante la energía producida puede ser utilizada para abastecer el mismo establecimiento industrial

- La formación de consorcios públicos- privados son una herramienta vital en la proyección de los procesos de agregado de valor, principalmente en las zonas alejadas de los puertos.

8. Agradecimientos

Los autores agradecen al Ing. Juan Manuel Orcellet por su colaboración y los Proyectos de INTA: SANFE1261101, PE1130033 y 1130022 por sus aportes económicos.

Valorización química de aceite de soja

Pablo Antonio Torresi

Introducción

Las sociedades se valieron de aceites vegetales desde tiempos inmemorables para usos alimenticios, cosméticos y como combustible. Sin embargo el avance de la ciencia, particularmente durante la primera mitad del siglo XX, permitió el desarrollo de diversos productos con características funcionales mejores y/o diferentes a las del aceite virgen. Esta industrialización primaria derivó en la obtención de glicerina y ácidos grasos para la producción de cosméticos y productos de higiene personal y tuvo su mayor impronta en los países productores de oleaginosas, que en su momento se encontraban en el sureste asiático. En dicha región, el cultivo extensivo de palma convirtió a la región en el centro oleoquímico más importante del mundo gestando el surgimiento de complejos industriales complementarios muy eficientes.

El paso del tiempo y el desarrollo de la industria química favoreció el desarrollo que tecnologías destinadas a la producción de productos sintéticos de interés industrial, como son el caso de la epiclorhidrina (utilizado como producto químico intermedio, polímeros, insecticida, fumigante y disolvente de pinturas, barnices, esmaltes de uñas y lacas) o propilenglicol (descripto más adelante), ambos obtenidos catalíticamente a partir de la glicerina. También es el caso de los alcoholes grasos (productos intermediarios para la producción de epóxidos, etoxilados y sulfatos entre otros) a partir de aceites y/o ácidos grasos y que representan la columna vertebral para la preparación de productos químicos empleados en la preparación de polímeros, cosméticos y elementos de higiene personal.

Esta segunda industrialización de los productos durante la segunda mitad del siglo XX, se desarrolló principalmente sobre el polo oleoquímico preexistente del sureste asiático, favorecido principalmente por los bajos costos logísticos, impositivos y laborales.

Durante los primeros años del siglo XXI, el cultivo de soja se incrementó de forma importante en los países americanos, motivado por un lado al desarrollo de

variedades semillas transgénicas que incrementaron los rendimientos de los cultivos y por el otro a altos precios de comercialización impulsados por una creciente demanda de proteínas a nivel mundial. En este sentido, Argentina incremento su superficie sembrada total estimada en 10 millones de hectáreas en el 2001 a 20,5 millones en el 2015, y su producción de soja de 26 a 60 millones de toneladas respectivamente. Esto favoreció el surgimiento de polos oleoquímicos destinados al procesamiento primario de la soja. Particularmente, el polo ubicado en el gran Rosario es el más importante a nivel mundial en cuanto al procesamiento de semilla de soja para producir aceite y harina de alta proteína.

Paralelamente al crecimiento de la industria oleoquímica durante la primera década del siglo XXI, en el mundo cobró importancia la promoción y uso de biocombustibles de primera generación, entre los cuales se incluye el biodiesel a base de soja (americano) y de palma (asiático). Sin embargo, el uso de biodiesel de palma presenta dificultades en regiones de baja temperatura, y por esta razón no es apto para nuestro país y algunos mercados importantes (europeo y Estados Unidos, entre otros). Bajo dicho contexto, el gobierno argentino generó las condiciones propicias para promover la industrialización del aceite de soja argentino para la producción de biodiesel y glicerina (subproducto del proceso) por medio de ventajas impositivas (aranceles) y comerciales (consumo interno).

Sin embargo, aunque el complejo oleoquímico argentino es importante desde el punto de vista del volumen que procesa, carece de la fortaleza que ostenta el asiático por cuanto carece de las industrias complementarias que diversifican y traccionan la producción y el consumo de productos químicos. Por esta razón, es importante comprender las fortalezas y limitaciones comerciales que se tienen en nuestro país para poder identificar cuáles son los productos que presentan mejores oportunidades de negocio. En este sentido, a pesar que el principal complejo oleoquímico pesado se encuentra en el sureste asiático, junto al advenimiento de la química fina de las últimas décadas y su aplicación en la preparación de especialidades cosméticas e industriales, se han desarrollado empresas tecnológicas que generan productos de alto valor agregado en volúmenes menores. Dichas empresas requieren de personal calificado y tecnología de punta y permiten producir de forma competitiva productos de alto valor que se requieran en la región.

El presente artículo tiene como objeto presentar de forma concisa algunas de las oportunidades de valorización de aceite de soja que se destacan por su interés comercial e importancia estratégica territorial en nuestro país. Dentro de este

contexto, estos proyectos constituyen una iniciativa de agregado de valor sobre la producción agrícola regional, contribuyendo al desarrollo de la cadena de la soja a través de la industrialización de un producto primario. En este sentido se describirán brevemente la producción de:

i) Aceites dieléctricos para transformadores
ii) Biodiesel
iii) Propilenglicol
iv) Monoglicéridos

Producción de Aceites Dieléctricos para transformadores de alta potencia

Los policlorobifenilos (PCB) o bifenilos policlorados son algunas de las sustancias químicas orgánicas más estables que se conocen. Están compuestas de dos anillos bencénicos unidos por un enlace carbono-carbono. Los átomos de cloro se sustituyen en uno o en varios de los diez lugares disponibles restantes. Su constante dieléctrica baja y su punto de ebullición elevado los hacen ideales como fluidos dieléctricos en condensadores y transformadores eléctricos.

Sin embargo, durante muchos años se han detectado efectos biológicos adversos que ahora están perfectamente definidos. En 1976, la OMS recomendó la prohibición de la fabricación, comercialización y uso de los BPC's a nivel mundial, por sus efectos nocivos sobre la salud de seres humanos y animales ya que al quemarse generan dioxinas que son sustancias fuertemente cancerígenas. Asimismo, en el 2002 en Argentina se sanciona la Ley 25670 que prohíbe la producción, comercialización e importación de PCB, fijando el año 2010 como límite para el retiro de todos los equipos que los contengan y promueve el uso de sustitutos no tóxicos, biodegradables, reciclables y que sean considerados como no peligrosos.

De aquí la importancia de desarrollar compuestos alternativos que puedan remplazar de manera eficiente a los PCB para uso en transformadores eléctricos y líneas de potencia y que además no presenten riesgo para la salud humana y el medio ambiente y puedan obtenerse desde fuentes renovables. En este sentido, desde hace algunos años se estudia, a nivel internacional, la aplicación de aceites vegetales en transformadores de distribución. Fundamentalmente se trabaja en base a refinación y agregado de aditivos a aceites de colza, de ésteres sintéticos o de maíz. Entre los aceites vegetales uno de los más probados pero inestables es el de soja, debido a su relativamente alto grado de insaturación (número de dobles ligaduras presentes en las moléculas de ácidos grasos que constituyen el éster o aceite). En

este sentido presentan mayor estabilidad los aceites derivados del ácido oleico, en tanto que los derivados de los ácidos linoléico y linolénico, son menos estables. Por este motivo, es necesario una modificación química de los mismos para lograr cumplir con requerimientos tales como: resistencia a la oxidación con mínima producción de lodos y sedimentos; reducida viscosidad; compatibilidad con los materiales aislantes (esencialmente celulósicos) y con los elastómeros empleados como sellos para hermetizar la unidad; elevada rigidez dieléctrica; factor de disipación compatible con su utilización. Complementariamente, las características del producto final deben asegurar mínimas variaciones en las condiciones de diseño, de manufactura y de funcionamiento para una fácil inserción en el mercado de transformadores.

Básicamente el proceso de producción empleado para obtener un aceite dieléctrico refrigerante para uso en transformadores eléctricos consta de las siguientes etapas:

Etapa de hidrogenación catalítica. Se realiza en un reactor tanque discontinuo de mezcla perfecta con hidrógeno a presión en presencia de un catalizador a los fines de lograr aumentar el contenido de ésteres del ácido oleico, reduciendo los correspondientes a los ácidos linoléico y linolénico, para conferirle una mayor estabilidad al aceite de soja.

Etapa de filtración del catalizador. Se realiza en un sistema de dos filtros conectados en serie que permiten separar el catalizador del aceite hidrogenado. Las partículas de catalizador son retenidas en los filtros, mientras que el aceite exento de catalizador es colectado en recipientes secos.

Etapa de winterizado. Se efectúa colocando al aceite hidrogenado y filtrado en recipientes especiales dentro de una cámara frigorífica a una temperatura de 0-30C durante 36-100 h a los fines de acelerar el proceso de cristalización de ciertos componentes del aceite que cristalizan a bajas temperaturas y de esta formar mejorar el punto de escurrimiento del aceite.

Etapa de aditivado del aceite. El aceite hidrogenado y winterizado se aditiva con un antioxidante que permite incrementar la durabilidad y longevidad del fluido en las condiciones de trabajo de un transformador ó de líneas de transmisión eléctrica. El antioxidante más empleado es butil hidroquinona terciaria (TBHQ) que se adiciona al aceite en una proporción de 0,05-1,5% en peso.

Etapa de secado del aceite. Se realiza a los fines de eliminar el agua contenida en el aceite debido a que la misma presenta un efecto negativo sobre las propiedades dieléctricas del aceite y acelera su degradación. Dicha etapa se realiza en un equipo que consiste básicamente de un reservorio desde donde una bomba impulsa el aceite a un intercambiador de calor. Este intercambiador de calor calienta el aceite hasta una temperatura de 80-100C. y luego el mismo es descargado a una cámara de vacío donde se consigue eliminar el agua presente en el aceite en condiciones de vacío. Dichas condiciones se obtienen mediante el uso de una bomba de vacío.

La producción de fluidos dieléctricos utilizando aceites vegetales como materia prima cumple con los postulados anteriores presentando además la particularidad de brindar valor agregado a la cadena de comercialización de uno de los principales *commodities* agrícola de la República Argentina.

Actualmente en Argentina el principal proveedor de aceite dieléctrico es YPF, quien lo produce a partir de cortes de petróleo. Dicho proceso de producción compite con la generación de cortes de combustible, razón por la cual se tiene pensado discontinuarlo en cuanto se tenga oportunidad. Shell también participa de un porcentaje de este mercado, aunque el costo del producto es superior al de YPF. El consumo anual de aceite dieléctricos en Argentina es de aproximadamente 15.000 toneladas, con un costo que varía según los volúmenes de venta entre 1500-3000 USD/ton. Por otro lado, los costos estimados para la producción de un aceite dieléctrico vegetal se estima en 1000 USD/ton; por lo que la producción local de este aceite no sólo promoverá la industrialización con agregado de valor local de la cadena de la soja, sino que además representará una sustitución de importaciones por un monto cercano a los 30 millones de dólares.

Producción de Biodiesel

La importancia que reviste la producción de biodiesel en nuestro país radica en el hecho que Argentina se encuentra entre los primeros tres productores de soja del mundo y es el mayor exportador de aceite de soja, con un volumen de 6.2 millones de toneladas anuales (2014-2015), seguido por Brasil con 1.5 millones de toneladas y Estados Unidos, con 0.9 millones de toneladas.

Tabla 1: Producción de biodiesel en Argentina (toneladas)

PLANTAS	PROVINCIA	CAPACIDAD INSTALADA	%
18	SANTA FE	3.618.200	79,331
11	BUENOS AIRES	391.600	8,586
1	SANTIAGO DEL ESTERO	200.000	4,385
2	LA PAMPA	100.000	2,193
1	SAN LUIS	96.000	2,105
1	NEUQUEN	80.000	1,754
3	ENTRE RIOS	75.089	1,646
37		4.560.889	100,00

Tabla 2: Capacidad instalada biodiesel en Santa Fe en 2014 (toneladas/año)

PROVINCIA	CAPACIDAD INSTALADA
Renova S.A.	500.000
T6 industrial	480.000
Dreyfous	305.000
Patagonia Bioenergía	250.000
Cargill	240.000
Unitec Bio	230.000
Viluco S.A.	200.000
Vicentin	158.000
Molinos	100.000
Diases	96.000
Maikop	80.000

La mayor parte de la producción de biodiesel en Argentina está localizada a orillas del río Paraná en el sur de la provincia de Santa Fe (**Tabla 1**), donde se encuentran algunas de las empresas más grandes del mundo (Renova S.A.), como se muestra en la **Tabla 2**. La razón de la ubicación preferencial de las compañías productoras de biodiesel en nuestra provincia, está en el hecho de que esta región es la mayor productora de soja de la Argentina y existe una gran concentración de molienda de granos y puertos navegables.

Para la producción de biodiesel existen comercialmente dos tecnologías. La primera emplea como materias primas metanol y aceites de elevada acidez, como oleínas o aceites de cocina usados, y como catalizador un acido fuerte (ácido sulfúrico). En términos generales, la calidad del biodiesel obtenido con esta tecnología no es la mejor, ya que se parte de una materia prima de mala calidad y por otro lado el tiempo y temperatura de reacción son elevados.

La segunda tecnología (**Figura 1**) es la transesterificación de triglicéridos para generar ésteres metílicos de ácidos grasos y glicerina, empleando como materias primas metanol y aceite de soja refinado, y utiliza como catalizador una base fuerte (metóxido de sodio). Debido a que el biodiesel obtenido de esta manera es de mejor calidad, el proceso tiene un tiempo y temperatura de reacción mucho menor y el suministro de aceites refinados es abundante, esta tecnología es la que se adoptó en las grandes industrias de la región.

Desde el punto de vista económico, la producción de biodiesel está sujeta a políticas estatales destinadas a promover la generación de biocombustibles sustentables que reemplacen a los originados a partir de recursos no renovables como el petróleo. De este modo, los años de mayor crecimiento de esta industria en nuestro país se presentó durante los años 2002-2012, favorecido esencialmente por el alto valor internacional del petróleo, el cultivo extensivo de soja, ventajas impositivas (diferencia entre los aranceles de exportación del aceite crudo de soja y el biodiesel) y reglamentaciones comerciales (leyes que exigen incorporar un 10% de biodiesel al corte de gasoil común). Sin embargo, los últimos años no fueron propicios para la industria, ya que a la caída abrupta del precio internacional del petróleo y progresivas políticas proteccionistas en los mercados europeos se sumó a una reducción de ventajas impositivas (brecha existente entre los aranceles de exportación del aceite y el biodiesel) generando una pérdida importante en la rentabilidad del negocio.

En este sentido, la producción de biodiesel en nuestro país posee una orientación medioambiental y estratégico, pero no económica, ya que el costo del producto final es inferior al de las materias primas necesarias para su elaboración. Sin embargo, si se añaden industrias oleoquímicas destinadas a la valorización del aceite, FAME y glicerina, el incremento en la rentabilidad global del complejo revertiría dicho paradigma tornándolo rentable y eficiente.

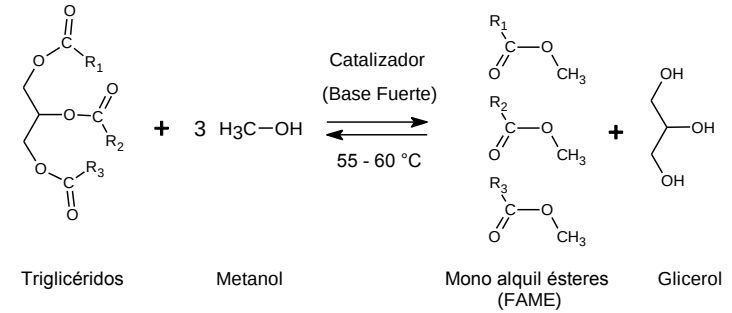


Figura 1: Transesterificación de Aceites para la producción de Biodiesel

Producción de Propilenglicol a partir de Glicerina

El propilenglicol (1,2-propanodiol) es un compuesto versátil que se emplea en un gran número de aplicaciones industriales, desde la producción de insumos para el transporte, construcción, alimentos y en la producción de fármacos y cosméticos. Entre los productos que se destacan se encuentran resinas de polyester insaturado, plásticos, anticongelantes, solventes industriales y productos de consumo masivo (detergentes, cosméticos y pasta dental).

Tradicionalmente su producción estuvo ligada a la industria petroquímica, por medio de la hidratación catalítica del óxido de propileno como se observa en la **Figura 2**.

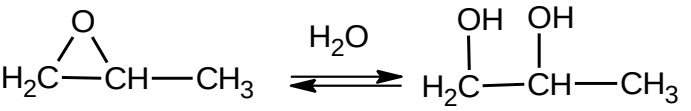


Figura 2: Producción de Propilenglicol a partir de óxido de propileno

Sin embargo, debido a que el costo del reactivo estaba sujeto a la variación constante del precio del crudo, sumado a un creciente interés mundial por

incrementar el uso de energías renovables a partir de aceites vegetales, motivo el desarrollo de tecnologías sustentables destinadas a la valorización catalítica de la glicerina (subproducto del biodiesel) en propilenglicol. Las reacciones químicas necesarias para su producción involucran la hidrogenólisis del glicerol (**Figura 3**).

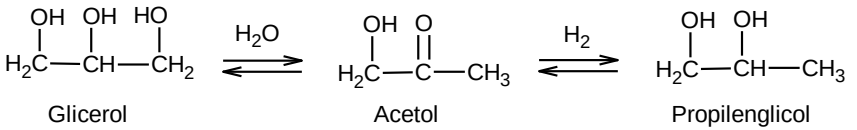


Figura 3: Producción de propilenglicol a partir de la hidrogenólisis de glicerol

Para que la selectividad y el rendimiento del proceso sean elevados es necesario que deshidraten el glicerol conservando los enlaces C-C y C-O a la vez que mantengan una elevada actividad hidrogenante. Los catalizadores que cumplen este tipo de requerimientos se basan en metales como el cobre o cromita de cobre los cuales pueden estar soportado sobre una matriz acida como la alúmina.

La producción industrial a partir de la hidrogenólisis de la glicerina inició en el 2008 con la compañía *Senergy Chemical*, ubicada en Estados Unidos con una capacidad de 30.000 toneladas anuales. Posteriormente, las compañías *Ashland* y *Cargill* iniciaron sus actividades en Europa a comienzos del 2009 con una capacidad de 65.000 toneladas al año. En el 2011 la empresa *Archer Daniels Midland Company* (ADM) inauguró su planta de propilenglicol en Estados Unidos con una capacidad de 100.000 toneladas al año. Recientemente (2012), en Bélgica las empresas *Basf* y *Oleon* inauguraron una planta de 20.000 toneladas año.

En Argentina las importaciones de propilenglicol del 2015 fueron de 16.000 toneladas a un costo promedio de 1.700 usd/ton, siendo Brasil el principal proveedor, con una participación del 65%, seguido por China con el 20%. Por otro lado, durante el 2015 la producción estimada de glicerina cruda fue de 180.000 toneladas, donde una parte importante se destinó a la obtención de 100.000 toneladas de glicerina refinada que se exportó a un precio promedio de 550 usd/ton. Teniendo en cuenta los requisitos de materia prima (glicerina refinada e hidrógeno electrolítico), catalizador (cromita de cobre) y servicios auxiliares requeridos (vapor y

electricidad) para la producción de propilenglicol, es posible estimar los costos de producción en 1.000 USD/ton. En base a estos valores, la producción de propilenglicol en base a glicerina refinada se torna sumamente atractivo a la hora de identificar políticas económicamente atractivas de reemplazo de importaciones con agregado de valor local.

Producción de Monoglicéridos

Los monoglicéridos (MG), comúnmente conocidos como monoacilgliceroles, son monoésteres de ácidos grasos del glicerol. Los MG son biodegradables, no tóxicos, y presentan aplicaciones en las industrias alimenticia, cosmética, odontológica, farmacéutica y de polímeros. Comercialmente, existen dos rutas directas de producción de MG y ambas tienen al glicerol como reactivo: la esterificación de ácidos grasos (AG) y la transesterificación de triglicéridos (TG) o ésteres metílicos de ácidos grasos (FAMEs).

Si bien los procesos que implican el uso de enzimas como catalizadores permiten sintetizar MG con altos rendimientos a bajas temperaturas, estos son procedimientos costosos y difíciles de implementar, siendo además poco eficientes debido al bajo nivel de reutilización de las enzimas.

En la esterificación de ácidos grasos, una molécula de glicerol reacciona con una molécula de ácido graso para producir una molécula de monoglicérido y una molécula de agua (**Figura 4**).

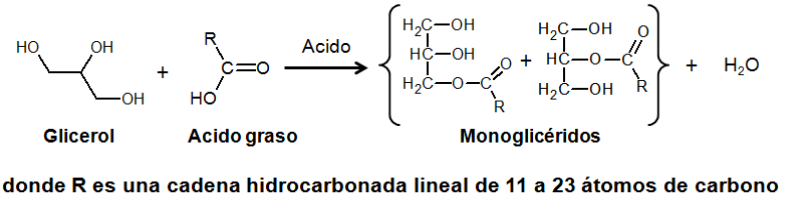


Figura 4: Esterificación de ácidos grasos

Esta reacción es catalizada por ácidos minerales y orgánicos fuertes (ácido sulfúrico) a temperaturas en el rango de 90-190°C. Sin embargo, la utilización de catalizadores ácidos, además de producir la degradación de los ácidos grasos (oxidación, dimerización), implica la formación de acroleína y/o acetol. Estas reacciones son indeseadas, en especial cuando los monoglicéridos son destinados a la producción de alimentos, cosméticos o fármacos.

En la transesterificación de triglicéridos (**Figura 5**), dos moléculas de glicerol reaccionan con una molécula de triglicérido para producir tres moléculas de monoglicérido. Similarmente, en la transesterificación de ésteres metílicos de ácidos grasos, una molécula de glicerol reacciona con una molécula de FAME para producir una molécula de monoglicérido y una molécula de metanol. Estas reacciones son promovidas por bases líquidas fuertes a temperaturas entre 120-260°C. Sin embargo la principal desventaja de esta tecnología radica en que la elevada toxicidad del metanol, en este caso producto de la reacción, requiere una refinación final exigente, la cual en algunos casos dificulta el empleo del emulsionante en ciertas aplicaciones alimenticias.

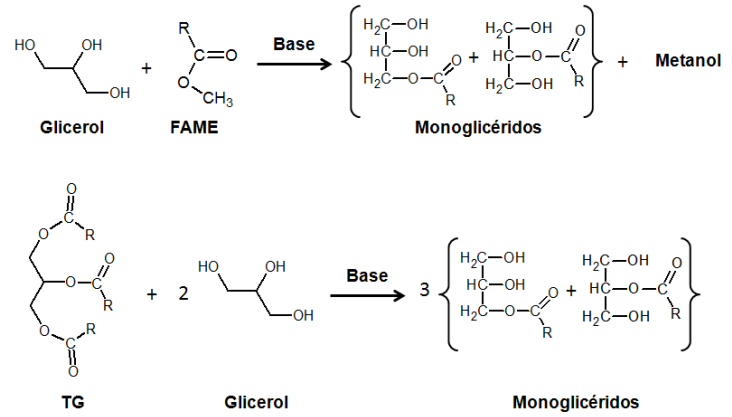


Figura 5: Transesterificación de triglicéridos (TG) o de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME)

Debido a que no existe producción nacional de monoglicéridos, en Argentina, se importan en su totalidad, principalmente de países productores tales como India, Malasia, Bélgica, China, Estados Unidos y Brasil. Además, analizando las importaciones Argentinas de los últimos años, se observa que el 62 % de los emulsionantes son empleados en la producción de alimentos, 18 % en la elaboración de cosméticos, 8 % en manufactura farmacéutica y 12% en otros usos. Comercialmente, los mismos se encuentran disponibles con diferentes grados de pureza como: monoglicéridos destilados (90-95 % MG), mezclas monoglicéridos-diglicéridos (50 % MG, 35 % diglicéridos, 10 % triglicéridos) y formulaciones comerciales a base de las mezclas anteriores nombradas, clasificadas como mezclas emulsionantes (20-50 % de MG). Se estima un consumo promedio de 1400-1700 toneladas anuales, a un costo de entre US$ 1,5-10,0/kg, dependiendo el precio de la pureza y la cantidad comprada.

Considerando la tecnología de transesterificación de triglicéridos como la más adecuada para la preparación de un emulsionante alimenticio, es posible estimar un costo promedio de producción contemplando las materias primar (aceite refinado y glicerina refinada) servicios (vapor y electricidad) y catalizador en torno a los 1.000 dólares por tonelada.

Comentarios Finales

La importancia del fortalecimiento y diversificación del polo oleoquímico argentino es de suma importancia estratégica, ya que favorecerá el desarrollo de industrias químicas complementarias que permitan incrementar la rentabilidad y eficiencia del conjunto. Dicho desarrollo permitirá un vínculo virtuoso entre las políticas públicas y privadas para la promoción industrial dirigidas al agregado de valor de la agroindustria.

Los autores

Nora Aimaretti (Argentina)

Es Bioquímica, Lic. en Biotecnología y Mg. en Ciencia y Tecnología de Alimentos por UNL; Dra. en Ciencias Químicas por UNED y Profesora Universitaria en el área de la Bioquímica por UCEL. Actualmente se desempeña en INTA,en el área de Agregado de Valor y como docente e investigadora en la Facultad de Química de la Universidad del Centro Educativo Latinoamericano. Posee sólida experiencia en la formulación y dirección de proyectos de investigación y desarrollo, así como también en temas puntuales como: aprovechamiento de descartes agroindustriales para la obtención de alimentos, biocombustibles; diseño, formulación y evaluación química, microbiológica y sensorial de alimentos; optimización de procesos, estandarización de calidad y trazabilidad; biocatálisis; estudios de factibilidad técnica y económica de instalación de industrias; aplicación de tecnologías de envases; control de calidad de agua potable y elaboración de fertilizantes biológicos.

*

Alicia Irene Bugallo (Argentina)

Doctora en Filosofía, Universidad del Salvador, Área San Miguel. Especialista en Gestión Medio Ambiental, Universidad Politécnica de Madrid. Titular del Seminario de Filosofía Práctica III 'Diversas corrientes de la filosofía ambiental; implicancias prácticas', Licenciatura en Filosofía de la Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales (UCES). Directora del Proyecto de Investigación 'Principales líneas de desarrollo de la filosofía ambiental en la Argentina; ampliación de vínculos y redes en la región' Departamento de Investigación, UCES. Autora de los libros *De dioses, pensadores y ecologistas* y *La filosofía ambiental en Arne Naess; influencias de Spinoza y James* y de diversos trabajos sobre filosofía ambiental y educación ambiental. Profesora Invitada Cátedra 'Ética Ambiental', Master en Conservación Biocultural Subantártica, Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile, (desde 2011). Dictó seminarios de doctorado en Filosofía Ambiental en la UN de Lanús y en la PU Católica. Integrante de AFRA Asociación Filosófica Argentina y de SPTFCT Seminario Permanente de Teología, Filosofía, Ciencia y Tecnología de la Pontificia Universidad Católica Argentina.

Ignacio Daniel Coria (Argentina)

Es Doctor en Ciencias Químicas por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED, España), Especialista en Recuperación de Suelos Contaminados por la Universidad Politécnica de Cataluña y Master en Gestión Ambiental de la Empresa y Energías Renovables en la Universidad de Alcalá. Se ha desempeñado como docente universitario durante treinta años, y continúa. En la actualidad es Decano de la Facultad de Química de la Universidad del Centro Educativo Latinoamericano (UCEL) e investigador y profesor titular en distintas cátedras de su área específica en carreras de grado y posgrado en la Universidad Católica Argentina (UCA) y en la UCEL y Director del Posgrado "Especialización en Gestión Ambiental" en UCEL. Dicta cursos de especialización y conferencias en carreras de posgrado, además de cursos de capacitación. Fue director de la carrera Ingeniería Ambiental en la Facultad de Química e Ingeniería de la UCA Rosario. Es miembro de la Comisión para la redacción de la Norma IRAM 29.596 "Guía para la remediación de agua subterránea por atenuación natural monitoreada en sitios con presencia de hidrocarburos". Es auditor de siniestros y/o verificador de riesgos a asegurar en todo el territorio nacional y países limítrofes en peritaciones propias de su profesión, para "La Segunda CLSG".

*

Oriana Cosso (Argentina)

Profesora de grado universitario en filosofía por la Universidad Nacional de Cuyo, cursa actualmente el doctorado en filosofía en la Universidad Nacional de Lanús. Es docente de la cátedra de ética ambiental en la Universidad de Ciencias Sociales y Empresariales y está a cargo de la cátedra de Ética y Legislación en la Licenciatura en Biotecnología de la Universidad Nacional de Quilmes. En ambos espacios aborda las propuestas de la filosofía práctica contemporánea en relación con el acuciante problema de la translimitación ecológica.

*

Ronald Eduardo Díaz Bolaños (Costa Rica)

Magister en Historia por la Universidad de Costa Rica (2013). Se desempeña como docente de la Cátedra de Historia de la Cultura de la Escuela de Estudios

Generales e investigador del Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI) de la Universidad de Costa Rica (UCR), además de Tutor de la Cátedra de Historia de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica (UNED). También ha laborado como docente en la Escuela de Historia y la Sede del Pacífico Arnoldo Ferreto Segura de la Universidad de Costa Rica y en la Escuela de Teatro de la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA). Ha orientado sus investigaciones hacia diversas temáticas, entre ellas la historia de la ciencia. Ha participado como ponente en varios encuentros y congresos de historia a nivel nacional e internacional. Es coautor de los libros *La ciencia en Costa Rica (1814-1914): Una mirada desde la óptica universal, latinoamericana y costarricense* (2005), *Evolución de las ideas meteorológicas y el impacto del clima en la sociedad costarricense (1502-1860)* (2010), *Diccionario de la toponimia de la Isla del Coco* (2013) y *La institucionalización de la meteorología en Costa Rica (1860-1910)* (2013).

*

Marcela Gallardo (Argentina)

Es Operador de PC y Técnico Dactilógrafo. Participa del Programa Ejecutivo Especialista en Comunicación y Relaciones Públicas de la Asociación de Secretarias Ejecutivas de la República Argentina. Posee sólida experiencia en gestión del trabajo técnico-administrativo; relaciones públicas; ceremonial y protocolo oficial, social y empresarial; logística; redacción corporativa; vinculación interinstitucional. Actualmente se desempeña en INTA EEA Rafaela como Secretaria de Coordinación del Área de Producción Vegetal.

*

Catalina Aída García Espinosa de los Monteros (México)

Es Doctora en Filosofía de la Ciencia por la UNAM**,** Master Oficial Interuniversitario en Filosofía, Ciencia y Valores por la Universidad del País Vasco y la UNAM y Licenciada en Pedagogía, por la Escuela Normal Superior de México. Es Miembro de la Asociación Filosófica de México, A.C.**;** del Seminario Sociedad del Conocimiento y Diversidad Cultural, Coordinación de Humanidades, UNAM; de la Red Latinoamericana "Geonaturalia"; del Comité Académico del Proyecto *Ecoepisteme* de la Fundación para el Estudio del Pensamiento Argentino e Iberoamericano; y del Comité Nacional de Estudios de la Energía. Fue participante

en el Proyecto PAPIIT IN403211-3, “Desafíos éticos de la diversidad cultural para una ciudadanía de calidad” en la UNAM. Es Jefa de la División de Postgrado de la Escuela Normal Superior de México.

*

Alejandra Leal Guzmán (Venezuela)

Antropóloga egresada de la Universidad Central de Venezuela, cursante del Doctorado en Urbanismo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV. Investigadora adscrita al departamento de Sismología de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS). Ha realizado investigaciones relacionadas a la historia social de los terremotos en Venezuela, riesgo sísmico urbano y estimación de intensidades para terremotos históricos. Ha desempeñados cargos como profesor contratado a tiempo convencional en la escuela de Antropología (FACES-UCV) y de Historia (FHE-UCV) y en el Programa Nacional de Formación de Historia en la Universidad Experimental Nacional de las Artes (UNEARTES).
Correo-e: aleal@funvisis.gob.ve.

*

Celina A. Lértora Mendoza (Argentina)

Es Doctora en Filosofía por las Universidades Católica Argentina y Complutense de Madrid. Doctora en Teología por la Pontificia Universidad Comillas (España) y en Ciencias Jurídicas por la Universidad Católica Argentina. Es Miembro de la Carrera del Investigador Científico del Conicet, institución de la cual ha sido becaria de iniciación y perfeccionamiento, interna y externa. Se especializa en historia de la filosofía y la ciencia colonial y iberoamericana, y en epistemología. Sobre temas de pensamiento filosófico y científico iberoamericano, ha publicado diez libros y más de 150 artículos sobre este tema; ha participado en más de 100 congresos, jornadas y encuentros. Ha sido profesora en las Universidades Católica Argentina, Nacional de Buenos Aires y Nacional de Mar del Plata; en la Universidad del Salvador dirige el Postgrado “Especialización en Filosofía Argentina e Iberoamericana” y es miembro docente del Doctorado de la Universidad Nacional del Sur. Forma parte del Consejo Asesor de diversas revistas especializadas en esta temática y es miembro de varias sociedades académicas y asociaciones internacionales referidas a la filosofía y la

historia de la ciencia latinoamericana, presidente fundadora de la Fundación para el Estudio del Pensamiento Argentino e Iberoamericano (FEPAI).
E. mail: clertora@conicet.gov.ar

*

Emilce Llopart (Argentina)

Es Licenciada en Nutrición, Profesora Universitaria, Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Doctora en Ciencias Biológicas y actualmente realiza Postdoctorado en la UNR a través de CONICET. Recibió menciones y premios: Mención Honoraria Provincial a la Tesis de Maestría en el área de Tecnología, Mención en el área de Ingeniería y Tecnología, subárea Alimentos por UNL, Cuadro de Honor a mejor promedio de Santa Fe 2008, Medalla de Oro 2007 en la UCEL y Premio al Mejor Egresado 2007. Se desempeña como docente de en las carreras de grado: Licenciatura en Nutrición e Ingeniería y Tecnología de los Alimentos, y de posgrado: Profesorado Universitario en UCEL. Participa en proyectos de investigación. Realiza disertaciones, publicaciones científicas, participa de congreso y eventos científicos. Dirige, co-dirige y evalúa tesis de grado y posgrado.

*

Maximiliano Macaluse (Argentina)

Es abogado y Especialista en Derecho Ambiental por la Universidad de Belgrano, en cuyo en el Centro de Estudios para la Prevención del Delito ha sido pasante, investigando temas criminológicos. Ejerce la actividad profesional en un estudio jurídico de abogados mandatarios del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos y es asesor jurídico ambiental. Es Miembro Titular del Instituto de Derecho de Ecología, Medio Ambiente y de los Recursos Naturales y Energéticos del Colegio Público de Abocados de C.A.B.A. Es autor de varias publicaciones de su especialidad y de ley de contenido ambiental: “Defensoría del Ambiente en la Ciudad de Buenos Aires” (2016), “Fueros ambientales en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires” (2016) y Defensoría del Ambiente en la Provincia de Buenos Aires” (2016).

*

Mario Mejía Huamán (Perú)

Doctor en Educación (Universidad Nacional San Antonio 1990). Magister en Filosofía (Universidad Nacional Mayor de San Marcos 1998). Profesor de Filosofía, Psicología y Ciencias Sociales (Universidad Nacional San Antonio Abad, Cusco, 1970) Profesor Principal de la Universidad Ricardo Palma. Miembro de la Sociedad Peruana de Filosofía. Miembro del Instituto de Investigaciones Filosóficas de la Universidad Ricardo Palma (IDIF) Miembro de la Academia Mayor de Quechua del Perú, Regional de Lima, Miembro fundador del Grupo de Investigación Tlamatinime sobre Ontología Latinoamericana (GITOL) de la Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia. Campos de Investigación: Filosofía Andina, Concepción Andina del Mundo. Cosmovisión Andina. Quechua (Idioma Inca). Publicaciones: *Filosofía Andina de la Naturaleza*. URP. 2006. *Introducción a la Lógica*. URP, 2010. *Introducción a la Filosofía Andina*. URP. Lima, 2006. *Teqse. La cosmovisión andina y las categorías quechua como fundamentos para una Filosofía Peruana y de América Andina.* Universidad Ricardo Palma, Lima, 2010. *Curso de Quechua. 40 Lecciones*. URP, 2011. *Hacia una Filosofía Andina*. Editorial Académica Española (14.12.2011) ISBN-13: 978-3-8465-7854-4. ISBN-10: 3846578541. EAN: 9783846578544. *Anti Yachay Wayllukuy* (Filosofía Andina) Universidad Ricardo Palma, 2011. *Curso Avanzado de Quechua.* URP. Editorial Universitaria. Lima, 2014.

*

Agustín More (Argentina)

Estudiante del último año de la tecnicatura en Informática en la Escuela Técnica John Fitzgerald Kennedy, la cual se especializa en redes, programación, sistemas. A su vez el cursado del CBC de Química, Análisis Matemático, IPC e ICSE para la carrera de Ingeniería en Informática dictada por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. Diseño y programación de software de optimización utilizando la programación lineal, sistemas webs de registro y administración de alumnos empleado en el colegio. Administración del sitio web y de los servidores que lo alberga. Participación de la preparación, investigación y diseño de la presentación "¿Qué son los VOC y cómo combatirlos?" dictada en Junio de 2016 en la Universidad Kennedy de Lanús.

*

Adolfo Quesada Román (Costa Rica)

Maestro en Geografía Ambiental por la Universidad Nacional Autónoma de México (2016). Es Académico de la Escuela de Ciencias Geográficas de la Universidad Nacional de Costa Rica. Entre sus líneas de investigación están los estudios en Geomorfología y Gestión del Riesgo de Desastres, con más de 10 publicaciones científicas y más de 30 ponencias en congresos nacionales e internacionales.

*

Daniel Tarizzo (Argentina)

Licenciado como Jefe de Reactor de Producción de Radioisótopos Ezeiza. Licenciado en Seguridad Nuclear y Protección Radiológica .Jefe de Seguridad Nuclear LPr. Jefe de División de Laboratorio de Uranio y Plutonio. Consultor del Ministerio de la producción de la Provincia de Buenos Aires. Investigador de la Universidad de Verona, Italia. Profesor de Física 1 y 2, Química de la Universidad Abierta Interamericana. Ídem UNLA. Profesor Radiofísica Sanitaria UCA

*

Pablo Torresi (Argentina)

Es Ingeniero Químico egresado de la Facultad de Ingeniería Química, de la Universidad Nacional del Litoral. Además realizó un doctorado en Ingeniería Química en el Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE) con una beca del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), cuyo foco de estudio fue la valorización catalítica de la biomasa para la conversión de productos químicos de alto valor agregado. Durante el 2012 - 2016 trabajó en el sector privado desempeñándome en el departamento de investigación y desarrollo de la empresa Molinos Río de la Plata S.A. tecnológico evaluando, desarrollando y ejecutando proyectos productivos relacionados a la agroindustria y los alimentos. A partir del 2016 trabaja como investigador científico y tecnológico dentro del INCAPE-CONICET, donde realizo investigaciones aplicadas y trabajos de transferencia a la industria.

*

Alejandro Gabriel Tosi (Argentina)

Trabaja para YPF en Proyectos Especiales (enhance oil recovery), sector de Exploración y Desarrollo (2016-Presente). Presidente de la Sociedad de Socorros Mutuos Tricaricese (2014-Presente). Consejero académico del departamento de Ingeniería Química de la Universidad Tecnológica Nacional Regional Avellaneda (2016-Presente). Secretario de la Juventud de la Federación de Asociaciones Bonaerenses Italianas en Argentina (2015-Presente). Miembro fundador y tesorero del Centro Comercial Industrial y Vecinal de Gerli (2010-2013). Trabajó de analista de laboratorio en el Laboratorio de Ensayos Especiales (2009-2010) y como investigador de biodiesel en el Laboratorio de Biocombustibles (2010) de la Universidad Tecnológica Nacional Regional Avellaneda. Desempeñó trabajos de cadeteria en la Secretaría de Gobierno y Seguridad de la Municipalidad de Avellaneda (2004-2006).

*

Juanamaría Vázquez García (México)

Estudiante de doctorado en Ciencias Sociales con orientación en Relaciones Internacionales UNAM.. Maestría en estudios internacionales (UNAM). Licenciatura en Relaciones Internacionales (UNAM). Ha sido ponente en diversos congresos en Relaciones Internacionales: AMEI (México), BIARI (Brown University), UNAM (México). Ha sido docente en universidades públicas y privadas: Universidad del Valle de México, Universidad Tecnológica de Mexico, Universidad Politécnica de Aguascalientes (Aguascalientes), Universidad Cuauhtémoc (Aguascalientes), Universidad Vasco de Quiroga (Michoacán).Ha trabajado en el sector privado por más de diez años principalmente en el área de comercio internacional en las siguientes empresas: Craft Originators de Mexico, S.A de C.V. (gerente de compras y logística), GEA consultores (Coordinadora administrativa), Ingenieros Biomédicos S.A de C.V. (asistente de importaciones), ICL Logistics (Asistente de logística).

*

Rodrigo A. Vega y Ortega Báez (México)

Es biólogo egresado de la Facultad de Ciencias-UNAM, licenciado y maestro en Historia por la Facultad de Filosofía y Letras-UNAM, y estudiante del Doctorado en Historia en la misma institución. También es profesor de asignatura del Colegio de Historia, el Colegio de Geografía y el Departamento de Biología de la UNAM. Sus áreas de estudio son la historia mexicana de la ciencia, la tecnología y el ambiente en los siglos XIX y XX. Ha publicado artículos de su especialidad en diversos medios académicos mexicanos y extranjeros, así como coordinado diversos libros. Es colaborador del proyecto "La Geografía y las ciencias naturales en algunas ciudades y regiones mexicanas, 1787-1940" (IN 301113, 2013-2015).
Correo electrónico: rodrigo.vegayortega@gmail.com.

ÍNDICE

Celina A. Lértora Mendoza
Introducción 5

Cuestiones generales 9
Alicia Bugallo y Oriana Cosso
Las ciencias socio-ambientales y su vínculo
con en el desarrollo de la ecofilosofía contemporánea 11

Mario Mejía Huamán
La agricultura y el poder de las culturas prehispánicas peruanas 19

Celina A. Lértora Mendoza
Jurisdicción ambiental en Argentina. Algunas consideraciones 57

Maximiliano Macaluse
El fuero ambiental entre la realidad y la utopía 75

Estudios de casos 131
Alejandra Leal Guzmán
Terremotos y edificios en Venezuela (Siglos Leal Guzmán XVII-XIX) 133

Rodrigo Vega
Los estudios sobre el agua urbana en el *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, 1857-1861 147

Ronald Díaz Bolaños y Adolfo Quesada Román
El impacto socioambiental de la actividad cafetalera
en el cantón de Coto Brus, Costa Rica (1940-2015) 155

Juanamaría Vázquez
El impacto ambiental y social del maíz genéticamente modificado
en México 173

Catalina García Espimosa
Hidroeléctricas: ¿energías limpias? El caso de Chicoasén II en Chiapas, México 185

Proyectos de interés ambiental 191
Ignacio Daniel Coria
Biocombustibles: elaboración, propiedades y calidad 193

Daniel Tarizzo, Alejandro Tosi y Agustín More
Qué son los compuestos orgánicos volátiles y cómo controlarlos 203

Nora Aimaretti, Emilce Llopart y Marcela Gallardo
Revaloración teórica integral del grano de sorgo 217

Pablo Torresi
Valoración química del aceite de soja 255

Los autores 267