

**CIENCIAS NATURALES**

**Editor: Guillermo Bendaña García**

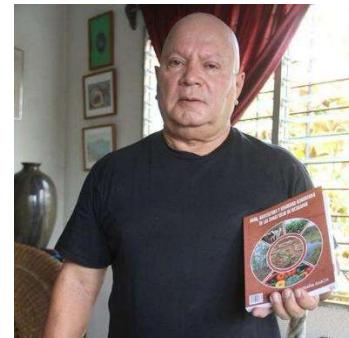
[guibendana@gmail.com](mailto:guibendana@gmail.com)

Ing. Agr. M.Sc., Consultor Independiente

Teléfono: 2265 2678 (casa-oficina)

Celulares: (505)8265 2524 (Movistar)

y (505) 8426 9186 (Claro)



**Revisores:**

Ing. M. Sc. Ramón Guevara Flores.

Tel. (505) 8701-8037

[rsgflores@yahoo.com](mailto:rsgflores@yahoo.com)

Vamos a mantener la actual política editorial en la sección de Ciencias Naturales, que consiste en dar a conocer, desde una perspectiva académica, el mundo vegetal y animal de nuestro país (flora, fauna, flora etno-botánica útil), así como la anterior diversidad de temas abordados. El editor tiene algunos artículos escritos sobre esos temas que no he podido publicar en Nicaragua y conoce profesionales muy calificados que, como en el caso del editor, no tienen espacios para sus creaciones técnico-científicas.



Podemos incluir otros temas de mucho interés en el país como: Cambio Climático y sus afectaciones en la caficultura, en la ganadería nicaragüense, etc.; medidas de mitigación y adaptación al cambio climático; efectos de la deforestación en bosques de pinares o de latifoliadas sobre las características físicas y químicas de los suelos; medio ambiente: ej. los humedales de San Miguelito o los manglares del Estero Real y su importancia medio-ambiental; turismo rural: ventajas, desventajas; métodos de medición de la afectación por sequía en el corredor seco; alternativas agrícolas y ganaderas en las zonas secas; seguridad alimentaria; los suelos de Nicaragua: degradación,

recuperación.

Los potenciales autores y colaboradores de la sección de Ciencias Naturales pueden enviar artículos inéditos, tesis o resúmenes de tesis; si en los trabajos se utilizan mapas, gráficos, dibujos, etc., estos deben ser claros, citando siempre las fuentes.■

# La Energía Nuclear Ante El Cambio Climático: ¿Como Complemento a las Energías Renovables o Viceversa?

*Ing. M.Sc. Guillermo Bendaña*

***"En el calentamiento global cada grado de calentamiento importa".***

Finalizó la vigésima sexta cumbre del clima (COP 26, Glasgow, Escocia), mientras el mundo sigue sacudido por la pandemia, y el tiempo para evitar la catástrofe climática que se cierne sobre humanidad se agota, donde, si no se actúa con determinación, la civilización se juega tal vez su última oportunidad de cambiar de rumbo. Por ello es importante conocer las principales conclusiones de COP 26 y saber a qué atenerse.

## **Conclusiones clave de la COP 26.**

Se partió de la premisa de que es reconocido que los países ricos representan actualmente solo el 12% de la población mundial, pero son responsables del 50% de todos los GEI<sup>4</sup> relacionados con el calentamiento global que han emitido tanto la industria como el uso de los combustibles fósiles en los últimos 170 años.

La principal prioridad en Glasgow era limitar el incremento de las temperaturas globales a solo 1,5°C por encima de los niveles preindustriales. Representantes de casi 200 países acordaron hacer un mayor esfuerzo para combatir el CC<sup>5</sup> y ayudar a las naciones vulnerables, pero dejaron sin resolver cuestiones realmente críticas. Una frase sincera que expresa las conclusiones de la COP 26 fue la de Helen Mountford, vicepresidenta para el Clima y la Economía en el IRM<sup>6</sup>: "hemos logrado avances mucho mayores de los que podríamos haber imaginado hace dos años. Pero seguimos estando muy lejos de lo necesario".

El acuerdo esboza medidas específicas que el mundo debe tomar, desde recortar casi a la mitad las emisiones globales de CO2 para 2030, hasta frenar las emisiones de CH4. Pero deja sin respuesta la pregunta crucial de cuántas

<sup>4</sup> Gases de efecto invernadero

<sup>5</sup> Cambio climático

<sup>6</sup> Instituto de Recursos Mundiales

emisiones debe recortar cada país durante la próxima década y con cuánta rapidez.

**Uso del carbón.** Se insistió en que países como India, Indonesia y Sudáfrica necesitan acelerar el paso y se alejen de la energía generada por carbón y otros combustibles fósiles. Estos países replicaron no poseer los recursos financieros para hacerlo y que las naciones ricas han escatimado su asistencia.

**Fondos para combatir el CC.** En este aspecto, hace una década, las economías más poderosas del mundo prometieron destinar 100.000 millones de dólares anuales al financiamiento climático de los países más pobres para 2020. Pero todavía deben decidir sobre miles de millones de dólares cada año. El acuerdo de la COP 26 sigue sin otorgar a los países en desarrollo los fondos que necesitan para recurrir a energías menos contaminantes y enfrentar los cada vez más extremos desastres climáticos.

**China.** Acordó “reducir gradualmente” el carbón a partir de 2026, no especificó cuánto o durante qué período de tiempo.

**India.** Uno de los mayores consumidores de carbón del mundo, se unió al creciente coro de naciones que se comprometieron a alcanzar emisiones netas “cero”, estableciendo una fecha límite de 2070 para dejar de agregar GEI a la atmósfera (50 años más de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>).

**Deforestación.** Los líderes de más de 100 países, incluidos Brasil, China, Rusia y Estados Unidos, prometieron poner fin a la deforestación para 2030. Brasil jura que no está deforestando la Amazonía.

**Metano.** Más de 100 países acordaron reducir las emisiones de CH<sub>4</sub> en un 30% para fines de esta década (2030).

**Corales.** Aunque las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero se reduzcan a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales, cerca del 70% al 90% de los corales actuales podrían desaparecer a fin de siglo.

**Representantes.** Se vio una clara brecha generacional y de género durante la COP 26. Las personas con el poder de decidir cuánto se va a calentar el mundo en las próximas décadas son, en su mayoría, hombres blancos de la tercera edad. Las personas más molestas por el ritmo de las acciones climáticas son, en su mayoría, mujeres jóvenes.

**Burla.** El asesor del primer ministro de Pakistán se burló de algunas de las metas lejanas de cero emisiones netas que se anunciaron durante la conferencia, incluida la de India: “Con una edad promedio de 60 años, dudo que alguien en la sala de negociaciones esté vivo para experimentar ese cero neto en 2070”, diciembre.

Citan los expertos y los científicos que la opción de decidir no fue total pero que esperaban respuestas más concretas.

### **Crisis energética a futuro.**

Ante esto, los expertos avizoran una crisis energética que será de dimensiones mundiales; se debe, dicen, a la enorme contaminación de las plantas productoras de electricidad que dependen del carbón como combustible, a la mayor demanda que se incrementa año a año (a mayor población más demanda) y a los altos precios que ha alcanzado la energía. Nuestra civilización es tan dependiente de la energía, que una crisis puede amenazar la actual forma de vida, a tal grado que la evolución de las fuentes energéticas incidirá sobre y como vivirán nuestros hijos y nietos en el futuro.

### **El “cero neto” y el uso del carbón.**

Alcanzar el **cero neto** significa que no se agregarán nuevas emisiones a la atmósfera y las que vayan a continuar se equilibrarán absorbiendo una cantidad equivalente de la atmósfera. Esto significa que eliminar el carbón de la generación de electricidad es el paso más importante para lograr reducir el CC; para conseguirlo para 2030, debe caer un 80% por debajo de los niveles en los que se usaba en 2010. ¿Qué hacer con las emisiones restantes? Para llegar al cero neto se necesita encontrar formas de eliminar el carbono de la atmósfera con soluciones basadas en la naturaleza: campañas extensas y continuas de reforestación, crear bosques, manglares, protección del suelo, etc. La eliminación progresiva del carbón del sector eléctrico, el combustible más sucio y contaminante, es el paso más importante para conseguir el objetivo de no superar los 1,5°C.

Otras emisiones nocivas a evitar provienen de la agricultura y la ganadería ya que algunos cultivos y el ganado producen niveles significativos de CH4. Estos podrían reducirse drásticamente mejorando las técnicas agrícolas, modificar variedades de pastos que produzcan menos CH4 y con recomendaciones como comer menos carne y más alimentos de origen vegetal. Las especies pequeñas (pollos, conejos, etc.) casi no producen CH4.

### **El rol de las energías renovables.**

Las energías renovables en todas sus variantes han tenido mucho auge y una gran acogida, pero presentan desventajas: aún son costosas, no constantes y también contaminan. Otra desventaja en su contra es que en este siglo XXI el clima se volverá aún más irregular debido al CC y las respuestas que de ellas se esperan serán también irregulares. Muchos científicos opinan que, si

consideramos que la prioridad es luchar contra el calentamiento global, las energías renovables son solo una solución parcial. Argumentan que únicamente con energías renovables, la eliminación de las emisiones de CO2 en 2050 es inalcanzable. Aunque otros estudios afirman que el objetivo de cero emisiones puede alcanzarse con renovables, pero saldría más caro, o exigiría una reducción drástica del consumo eléctrico, algo que las naciones occidentales no parecen estar dispuestas a aceptar.

Por ejemplo, las fuentes renovables pueden ayudar a descarbonizar la electricidad, pero eso es menos del 30% de las emisiones totales. También hay que descarbonizar el 70% restante que mueve la economía mundial: el acero, el cemento, los sistemas de transporte, la producción de fertilizantes, de alimentos y mucho más. Y simplemente en este momento no se cuenta con formas de hacer eso en casi todos estos sectores.

Si se utilizaran todas las diversas fuentes de energías renovables: eólica, solar, hidroeléctrica, biomasa y biogás, geotérmica, mareomotriz, bioetanol y biodiésel y los países pobres tuvieran capacidad económica de impulsar varias de ellas, se vería un panorama más alentador para las renovables. Pero no hay fondos para ello.

Varios informes (Universidad LUT, Energy Watch Group) han mostrado la viabilidad de una transición energética europea hacia fuentes 100% renovables. En estos informes se muestra lo que supondría comenzar a utilizar fuentes de energía 100% renovables frente a las existentes en la actualidad, eliminándose los combustibles fósiles en todos los sectores antes de 2050. Asimismo, destacan que la generación de electricidad en el sistema de energía 100% renovable consistirá en una combinación de esas fuentes: solar, fotovoltaica, eólica, hidroeléctrica, bioenergía y geotérmica (de nuevo los países pobres no están en capacidad de hacer esto).

Existen ejemplos del uso de las renovables muy alentadores: Costa Rica alcanzó en 2019 un 99% en producción de energía limpia. Según el Centro Nacional de Control de Energía (CENCE), este es el quinto año consecutivo en que el país logra la generación eléctrica renovable, casi en su totalidad, de recursos limpios como agua, viento, geotermia, biomasa y sol. En España las energías renovables representan el 46,7% de la potencia instalada

Pero el consumo de combustibles fósiles no podrá detenerse de un día para otro, no solo por los intereses económicos que implica sino porque aún se depende de ellos. "Aún necesitamos el petróleo durante un tiempo. Petróleo, carbón y gas son parte de nuestro presente y lo serán aún en parte de nuestro futuro" dicen los expertos.

**Las energías renovables también contaminan.** Otro aspecto a considerar es que las energías renovables también contaminan y contaminarán más en el futuro. Dos ejemplos:

Los molinos eólicos: frente a las tradicionales centrales eléctricas, de cualquier tipo, los molinos proporcionan energía limpia a partir del viento por lo que no contaminan. Tienen una vida útil de 20 años, que es el tiempo garantizado generalmente por los fabricantes, esto significa que antes de su desmantelamiento generará 47,4 veces la energía necesaria para su fabricación y que el aerogenerador tardará sólo 153 días en recuperar la energía que ha costado fabricarlo y montarlo. Sin embargo, a lo largo de su ciclo de vida, también causan efectos sobre el medio ambiente. Antes de poner a girar sus aspas para generar electricidad no contaminante, es preciso fabricar sus diferentes partes, transportarlas y montarlas, lo que implica transformar recursos, generar emisiones y usar otras energías no tan limpias; en otras palabras, contaminan. Otro factor que puede alterar el balance ambiental de los molinos eólicos es lo que ocurra con cada uno de sus componentes al convertirse en residuos. A diferencia de la torre, cuyo acero puede reciclarse, el componente más problemático son el rotor y las aspas, que están fabricadas de un material mezcla de fibra de vidrio y resinas epoxi (en las aspas más grandes se utiliza también fibra de carbono).

A decir verdad, aunque todavía no hay experiencias para que ningún parque eólico sea desmantelado o que podría llegar al final de su vida, sí se han tenido que sustituir aspas deterioradas. Y el destino de esta pieza, hoy en día, es el vertedero. Respecto al impacto sobre el paisaje, los expertos apuntan que puede ir incrementándose según aumente el número de parques eólicos. La tendencia es colocar menos aerogeneradores, pero más potentes. También afectan la vida de aves en vuelo.

Los paneles solares: como sabemos, están compuestos por fotoceldas que convierten la luz solar en electricidad. Muchos de los fabricantes de estos paneles aseguran que sus productos duran unos 25 años y son unas de las opciones más populares de energía limpia, sin embargo, no son fáciles de reciclar. Cuando se convierten en desechos, por su composición producen residuos tóxicos. Hasta el momento ningún país del mundo cuenta con un plan real para manejar en forma eficiente estos desperdicios

Muchos de los paneles solares de última generación están fabricados con un gas que es 17.000 veces más potencia que el CO<sub>2</sub> para el calentamiento global. Es el NF<sub>3</sub> o trifluoruro de nitrógeno, utilizado también para limpiar los

microcircuitos en la fabricación de una serie de aparatos electrónicos modernos como los TV planos, los iPhones, chips de ordenador... y paneles extraplanos, la última (y más barata) generación de dispositivos solares fotovoltaicos. En resumen, la puesta en marcha de una central solar genera impactos adversos sobre el ambiente.

Según estimaciones de la ONU, para el 2050 los proyectos de energías renovables generarán aproximadamente 78 millones de toneladas métricas de basura electrónica.

### **El rol de la energía nuclear ante el “cero neto”.**

Durante décadas todo parecía ir en contra del uso de la energía nuclear: los accidentes de Chernóbil y Fukushima y la renuncia alemana a la nuclearización, el envejecimiento de las centrales construidas a partir de los años 70. Y de repente nos damos cuenta de que el cambio climático no espera al desarrollo de las renovables. A esto se agrega el encarecimiento anual de la energía.

Innumerables veces se ha opinado que el reemplazo de los combustibles fósiles tiene nombre y apellido: energía nuclear, aunque las anteriores consideraciones han hecho pensar que no tiene futuro; los accidentes nucleares han contribuido a difundir un gran escepticismo respecto de este tipo de energía, aunque la materia prima para su uso, el uranio, en las entrañas de la Tierra hay suficiente para producir energía por miles de años, además de las reservas de este metal radiactivo guardado en los cientos de armas atómicas esparcidas por todo el planeta. Aun así, no todos están de acuerdo por lo menos en Europa: después de Fukushima, la canciller Angela Merkel anunció el apagón nuclear: las últimas centrales deberían cerrar a finales de 2022. España prevé apagarlas en 2035.

Pero se sabe con certeza que, con la necesidad crítica de reducir las emisiones de carbono y la creciente demanda mundial de electricidad, es urgente utilizar tecnologías avanzadas de reactores, opinan los especialistas.

### **Energía nuclear en el mundo. Países que están construyendo o instalando reactores nucleares.**

Actualmente están en operación 443 reactores nucleares diseminados en 35 países y producen alrededor del 10% de la electricidad mundial. Según el Organismo la OIEA de la ONU, datos a diciembre de 2020, hay 54 unidades en construcción en 20 países. entre los que se encuentran China, India, Rusia, Corea del Sur, Emiratos Árabes Unidos, Finlandia o Francia.

Concretamente, China es el país del mundo que más reactores construye, cuenta con 50 unidades operativas y 13 reactores más en construcción. A China le sigue India, con 7 reactores en construcción, así como Corea del Sur con 4,

Emiratos Árabes Unidos (EAU) y Rusia con 3 reactores en construcción cada uno. Los EAU iniciaron recientemente la operación de uno de sus reactores, lo que les ha convertido en el primer país árabe con energía nuclear. Otros países con reactores en construcción son: Bangladesh con 2, Corea del Sur 4, Eslovaquia 2, Finlandia 1, India 7, Pakistán 2, Turquía 2, Ucrania 2, Taiwán 2, Reino Unido 2, Japón 2, Irán, Brasil, Bielorrusia y Argentina con uno en construcción u operación.

### **Los reactores nucleares de nueva generación.**

Los reactores rápidos o de auto regeneración son mucho más eficientes y mucho menos peligrosos que las centrales nucleares existentes. Mientras que de un reactor nuclear normal se utiliza solo el 1% de la energía contenida en el uranio, en uno de auto regeneración se utiliza el 75%. Se denominan de auto regeneración debido a que producen más combustible que el que consumen, por tanto, el combustible se “reproduce”. El problema es que el combustible que se deriva es el plutonio que posee dos grandes desventajas: es altamente tóxico y con facilidad puede caer en manos de personas que pueden con él producir armas atómicas.

No se puede negar que una de las mejores fuentes para producir electricidad ha sido desde su invención la energía nuclear: genera más electricidad que otras, casi no emite CO<sub>2</sub> ni otros GEI, garantiza un suministro continuo, usa combustibles relativamente accesibles y sus desechos son mucho más controlables que los de otras fuentes. Actualmente la mayoría de las centrales nucleares del mundo utilizan el uranio como combustible. Otras ventajas de la energía nuclear son: a) su uso elimina la dependencia energética. Los países que la usan no dependen de los productores de combustibles fósiles como Rusia (gas) o Arabia Saudí (petróleo y gas). b) la aparición de los reactores de nueva generación. Muchos los consideran la primera fase para combatir el cambio climático y a la vez asegurar la independencia energética. Francia cree firmemente en eso.

Ante tales argumentos la energía nuclear podría estar nuevamente en el tablero de las fuentes energéticas más confiables.

### **¿Cuáles son los nuevos reactores del futuro?**

En la industria nuclear, el conocimiento científico y la tecnología avanzan continuamente, provocando que los requisitos y normas sobre seguridad evolucionen en base a nuevos conocimientos y la experiencia adquirida. La industria nuclear es uno de los sectores industriales más avanzados en tecnología, comparable a la industria aeronáutica y aeroespacial.

Repasemos un poco la reciente historia de los reactores nucleares:

Los reactores nucleares se clasifican por la evolución tecnológica incorporada en sus diseños, dando lugar a distintos grupos o generaciones: a) Centrales de generación I: son los primeros prototipos iniciales, construidos a lo largo de las décadas de los años 50 y 60 del pasado siglo. b) Centrales de generación II: son las centrales nucleares construidas en las décadas de los años 70, 80 y 90 del pasado siglo: representan la mayor parte de los reactores actualmente en funcionamiento en el mundo. c) Centrales de generación III y III+: constituida por las centrales cuyo diseño es el resultado de un desarrollo de las centrales de generación II y que reúnen “mejoras evolutivas”, basadas en la experiencia adquirida en las centrales nucleares actuales. Estos adelantos están dirigidos sobre todo a los sistemas de seguridad, fiabilidad, operabilidad y a la estandarización de los diseños. Hoy en día, las centrales nucleares en construcción son de generación III. d) Centrales de generación IV: constituyen una serie de proyectos, programas e iniciativas para el desarrollo y prueba de varios sistemas nucleares muy innovadores. Ofrecen ventajas con respecto a las centrales nucleares actuales en los campos de la sostenibilidad, la economía, la seguridad, la fiabilidad, la no proliferación y la protección física. Estas centrales se encuentran, en su mayoría, en fase de diseño y su desarrollo plantea grandes desafíos, especialmente en aspectos de materiales y combustibles. Se espera puedan estar en operación comercial en los próximos 15 a 25 años, antes de 2050. (Fuente: [www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)).

Resumiendo, la mayoría de los reactores nucleares en funcionamiento son de generación II. Actualmente, se construyen de tipo III/III+ y se trabaja en el desarrollo de la generación IV.

**Los reactores de generación IV: se parte del establecimiento de los siguientes principios:**

Sostenibilidad: deben promover la disponibilidad de sistemas a largo plazo y el aprovechamiento de combustible para la producción de electricidad en todo el mundo, minimizando el volumen y el periodo de gestión de los residuos radiactivos. Economía: deben ofrecer más ventajas económicas que otras fuentes de energía durante el ciclo de vida operativa y equiparar su nivel de riesgo financiero con el de otros proyectos energéticos. Seguridad y fiabilidad: los diseños deben reducir al mínimo la probabilidad y magnitud de daños en el núcleo del reactor y eliminar la necesidad de adoptar medidas de emergencia fuera del emplazamiento. Resistencia a la proliferación y protección física: deben constituir la vía menos deseable y atractiva para la utilización de los materiales para usos no pacíficos de la energía nuclear.

Una de las novedades de la generación IV es que los diseños pueden no estar exclusivamente orientados a la producción de energía eléctrica, sino que algunos tendrían otras aplicaciones como la generación de hidrógeno, grandes sistemas de transporte o simplemente, generación de calor.

### **Iniciativas internacionales para reactores de generación IV.**

Existen dos iniciativas internacionales para desarrollar estos diseños avanzados que podrían funcionar hacia el año 2030 y que cumplirían con los principios establecidos: a) GIF (Generation IV International Forum). Participan Estados Unidos y Francia, además de otros países occidentales y de Extremo Oriente, y que coordina la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). b) INPRO (International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles). Promovida por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y en el que participan la Unión Europea, Rusia y otros países.

A continuación, proyectos experimentales sobre la nueva fisión nuclear que podrían acercarnos a la abundancia energética (y al cero neto):

### **El Reactor Experimental de Sal Fundida (RSF) de China.**

Lo que están probando en China es un método que, aunque no es nuevo, nunca se había puesto a prueba a una escala tan importante. Están empleando sal fundida de fluoruro en combinación con torio, el cual es un elemento químico que se encuentra en minerales y que es cuatro veces más abundante en el planeta que el uranio.

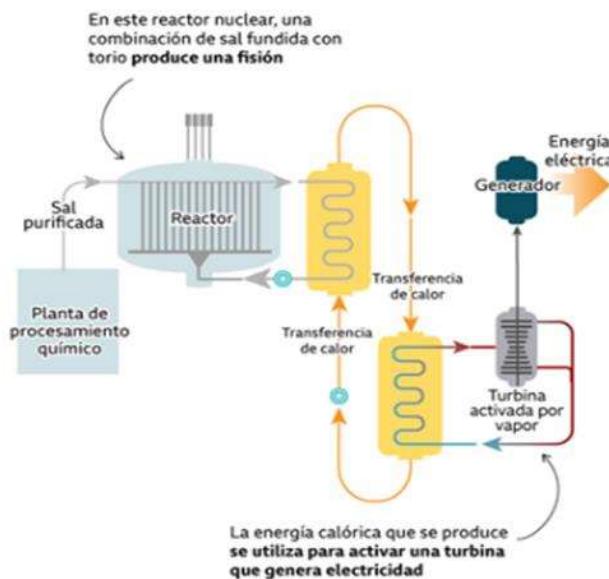
En un reactor, ambos elementos se combinan para producir una reacción de fisión que genera más calor que la emanada del uranio-235/238 combinado con plutonio del método tradicional. Estos RSF suministran calor a temperaturas más altas que otros reactores, entre 600 y 700° C. El calor a temperaturas más altas es más valioso. Otra ventaja, según la teoría, es que los desechos radiactivos se pueden eliminar en el mismo proceso, lo que evita que puedan caer en manos equivocadas, como los fabricantes de armas nucleares.

Y ya que este tipo de proceso no requiere agua, como en las plantas nucleares que usan uranio-235, los RSF pueden ser construidos en lugares apartados y así evitar cualquier posible riesgo para la población (como en Chernóbil o Fukushima). Todo eso ha hecho que esta tecnología sea descrita como el "santo grial" de las fuentes de energía. Pero los expertos dicen que todo esto está aún por comprobarse en la prueba china, de ahí que sea tan importante. Se sabe que existen grandes ventajas potenciales en materia de seguridad y gestión de residuos, pero también importantes desafíos técnicos.

## La Energía Nuclear Ante El Cambio Climático: ¿Como Complemento a las Energías Renovables o Viceversa?

© Guillermo Bendaña García – [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

Otros países ya habían experimentado hace décadas este proceso, pero se quedaron solo en ensayos porque no existía la tecnología necesaria para manejarlo. No solo requieren que la fisión nuclear funcione bien, sino que el proceso para obtener el calor y transportarlo a una planta termodinámica trabaje adecuadamente. Y que las fallas en las pruebas, si las hay, sean controlables.



**Como funciona un Reactor de Sal Fundida (Fuente Depto. de Energía de EE UU).**

### El Reactor Nuclear "Natrium".

El innovador reactor nuclear "Natrium" que Bill Gates y Warren Buffett construirán en E. U. Ambos multimillonarios han presentado su último proyecto piloto: un nuevo modelo de central nuclear patentado con el nombre de Natrium. Se construirá en Wyoming, el estado con la mayor producción de carbón del país, y se enmarca en el objetivo de Bill Gates de impulsar las renovables y la lucha contra el CC.

Y es que, pese a que esos dos conceptos puedan sonar antagónicos, nucleares y renovables, los pequeños reactores avanzados que funcionan con diferentes combustibles a los tradicionales son vistos por ciertos sectores como una tecnología clave libre de emisiones GEI que puede suplementar el suministro de electricidad en situaciones de baja producción de la eólica y la solar.

El reactor Natrium y su sistema de energía integrada redefine lo que la energía nuclear puede ser: competitiva y flexible. Forma parte del Programa de Demostración de Reactores Avanzados del Departamento de Energía de E. U. Se trata, dicen, del camino más rápido y claro hacia una huella de carbono negativa.

Cómo funciona Natrium: se trata de un nuevo concepto para la generación y el almacenamiento de energía, que combina un reactor rápido de sodio con un sistema de almacenamiento de sales fundidas capaz de producir 345 megavatios de electricidad. Se afirma además que el sistema de almacenamiento será capaz de aumentar la potencia de salida hasta los 500 megavatios de electricidad durante más de 5 horas y media cuando sea necesario, una cantidad suficiente para proveer de energía a alrededor de 400.000 viviendas.

La nueva tecnología de Natrium pretende simplificar los tipos de reactores ya existentes. El reactor nuclear, utilizará uranio empobrecido o uranio natural como combustible, y todos los equipos no nucleares se emplazarán en edificios separados, lo que reducirá la complejidad de la instalación y su coste. Se tardará alrededor de siete años en construir la planta piloto. "Necesitamos este tipo de energía limpia en el sistema en los años 2030" dicen dos los multimillonarios impulsores.

### **El primer sistema nuclear de nueva generación de Rusia.**

La corporación estatal rusa Rosatom ha comenzado en la ciudad siberiana de Séversk la construcción del BREST-OD-300, el primer reactor de energía nuclear de nueva generación del mundo, según Rosatom. Su principal cualidad es que, gracias a reprocesar el combustible nuclear un número infinito de veces, la base de recursos de la energía nuclear se volverá casi inagotable. Se trata de un reactor en el que la reacción en cadena de fisión es sostenida por neutrones rápidos.

Con una capacidad eléctrica de 300 megavatios, formará parte clave del complejo energético experimental y de demostración que se está construyendo en Siberia. Se espera que el reactor BREST comience a funcionar en la segunda mitad de la década de 2020. El proyecto también incluye un complejo para la producción del combustible nuclear de nitruro de uranio y plutonio mixto para el reactor, así como otro para el procesamiento del combustible gastado; tiene como objetivo crear un sistema que permita organizar un ciclo de combustible nuclear cerrado que pueda no solo producir electricidad, sino también generar nuevos combustibles a partir de los ya descargados por el núcleo del reactor. De acuerdo con eso, están creando la base para la energía limpia y segura del mañana.

Reciclaje del combustible nuclear en el BREST-OD-300. Con esta cuarta generación de tecnologías de energía nuclear, el término 'reactor' se reemplaza por la palabra más precisa 'sistema', que incluye tanto al propio reactor como al reprocesamiento o reciclaje de su combustible nuclear. Gracias a esta reprocesamiento un número infinito de veces, la base de recursos de la energía

nuclear se volverá casi inagotable. Así el BREST-OD-300 debe tener un rendimiento operativo más alto que las generaciones anteriores en términos de desarrollo sostenible, competitividad con otros tipos de generación de energía, seguridad y confiabilidad. Al mismo tiempo, el problema de la acumulación de combustible nuclear gastado se elimina para las generaciones futuras. La implementación exitosa de este proyecto permitiría a Rusia convertirse en el primer portador mundial de tecnología nuclear que cumple plenamente con los principios del desarrollo sostenible: en ecología, disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de uso de los recursos, concluyen los rusos.

### **Mini reactores o Reactores Modulares Pequeños (SMR).**

Los mini reactores se han estado utilizando desde hace años en submarinos, portaviones, sondas espaciales. Actualmente se desarrolla una nueva familia de mini reactores a través del programa INPRO de la OIEA como iniciativa del Departamento de Energía de E. U. Son los denominados Reactores Modulares Pequeños (Small Modular Reactors) con potencias eléctricas de alrededor de 300 MWe, que se espera puedan entrar en operación en 2025-2030. Los Reactores Modulares Pequeños (SMR) facilitarían la producción de electricidad en zonas aisladas o de difícil acceso

Estas son algunas de las ventajas más destacadas de los SMR: a) Modularidad: los componentes grandes del sistema se pueden desarrollar en fábricas y trasladarlos al emplazamiento de la instalación reduciendo así los tiempos de construcción con la ventaja de que pueden añadirse nuevos módulos a medida que exista un incremento en la demanda. b) Menor necesidad de capital en la inversión inicial. c) Reducción de los costos de construcción. d) Flexibilidad en la elección del emplazamiento; son especialmente apropiados para mercados eléctricos pequeños, zonas aisladas, emplazamientos con superficie o refrigeración limitada, o para aplicaciones industriales singulares. e) Aumento de eficiencia al poder acoplarse con otras fuentes de energía incluyendo renovables y térmicas fósiles.

### **Al día de hoy.**

A inicios de diciembre/21, se inició en Houston, Texas, la conferencia mundial sobre energía dedicada a las tecnologías del futuro y a las estrategias de baja emisión de carbono. Los asistentes "estrellas", los presidentes ejecutivos de los gigantes mundiales Exxon Mobil Corp, Saudi Aramco y Halliburton Co, insistieron en la necesidad de contar con más petróleo en las próximas décadas, promoviendo la necesidad de suministrar crudo y gas al mundo, pese a la transición a combustibles más limpios. Argumentaron que el mundo enfrenta una transición energética caótica, sin prestar suficiente atención a la seguridad energética, el desarrollo económico y la asequibilidad. El presidente ejecutivo de

Exxon señaló que, en la mayoría de los escenarios creíbles, incluidas las vías para alcanzar el cero neto, el petróleo y el gas natural seguirán desempeñando un papel importante en la satisfacción de las necesidades de la sociedad. Con los argumentos de estos poderosos señores, ¿podremos alcanzar el cero neto en el 2050? Seguro que no.

La triste verdad es que el mundo está volviendo a los niveles de emisiones de CO2 registrados antes de la pandemia del COVID-19. Según un informe de la Agencia Internacional de Energía, las emisiones de CO2, que el año pasado descendieron un histórico 5.8% durante la emergencia sanitaria mundial, aumentarán un 4.8% en 2021 y alcanzarán el máximo de 2019. El futuro nos mostrará el camino de hasta donde podemos llegar con la nueva versión de la energía nuclear, todo con el fin de alcanzar el "cero neto".

## REFERENCIAS

- BBC news Mundo. 2021. El reactor experimental que podría darle a China el "santo grial" de la energía nuclear. 6 p.
- BBC News Mundo, 2021. Cómo es el innovador reactor nuclear "Natrium" que Bill Gates y Warren Buffett construirán en EE.UU. 3 p.
- Bassets. M. 2021. Francia fía a la nuclear su soberanía energética. 5 p.
- Bendaña, G. G. 2004. Energía para un desarrollo rural sostenible. Editorial UCA. 211 p.
- FiElla r, M. 2017. Los reactores de la próxima generación: instrumentos seguros y económicos para una energía sostenible. Departamento de Energía Nuclear del OIEA. 3 p.
- Metro World News. 2021. Reactor nuclear en la Luna, objetivo de la NASA para los próximos 10 años. 3 p.
- National Geographics. 2018. Fusión nuclear casera. 3 p.
- Pesnya, V. 2021. Rusia comienza la construcción del primer sistema nuclear de nueva generación del mundo. Redacción Sputnik. 12 p.
- Serrano-Guzmán, M. F., D. Pérez-Ruiz et al. 2017. Análisis prospectivo del uso de energía solar: Caso Colombia. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. P. 85-93.
- [www.nytimes.com/es/2021/11/15](http://www.nytimes.com/es/2021/11/15). Conclusiones clave de la COP 26.

**La Energía Nuclear Ante El Cambio Climático: ¿Como Complemento a las Energías Renovables o Viceversa?**

---

© Guillermo Bendaña García – [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

University of Nebraska - Lincoln

DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln

Investigations of the Ichthyofauna of Papers in the Biological Sciences

Nicaraguan Lakes

1976

# Abundancia Relativa y Distribución de la Mojarra (*Cichlasoma citrinellum*) en el Lago de Nicaragua

*Sergio Martínez C*

Instituto de Fomento Nacional

Martínez C, Sergio, "Relative Abundance and Distribution of the Mojarra (*Cichlasoma citrinellum*) in Lake Nicaragua" (1976). Investigations of the Ichthyofauna of Nicaraguan Lakes. 25. <https://digitalcommons.unl.edu/ichthynicar/25>

PubliElla d in INVESTIGATIONS OF THE ICHTHYOFaUNA OF NICARAGUAN LAKES, ed. Thomas B. Thorson (University of Nebraska-Lincoln, 1976). Copyright © 1976 School of Life Sciences, University of Nebraska-Lincoln. Universidad de Nebraska-Lincoln.

## RECONOCIMIENTO

Deseo expresar mi reconocimiento al Padre Ignacio Astorqui, S. j., por su valiosa contribución a la culminación de este estudio.

## RESUMEN

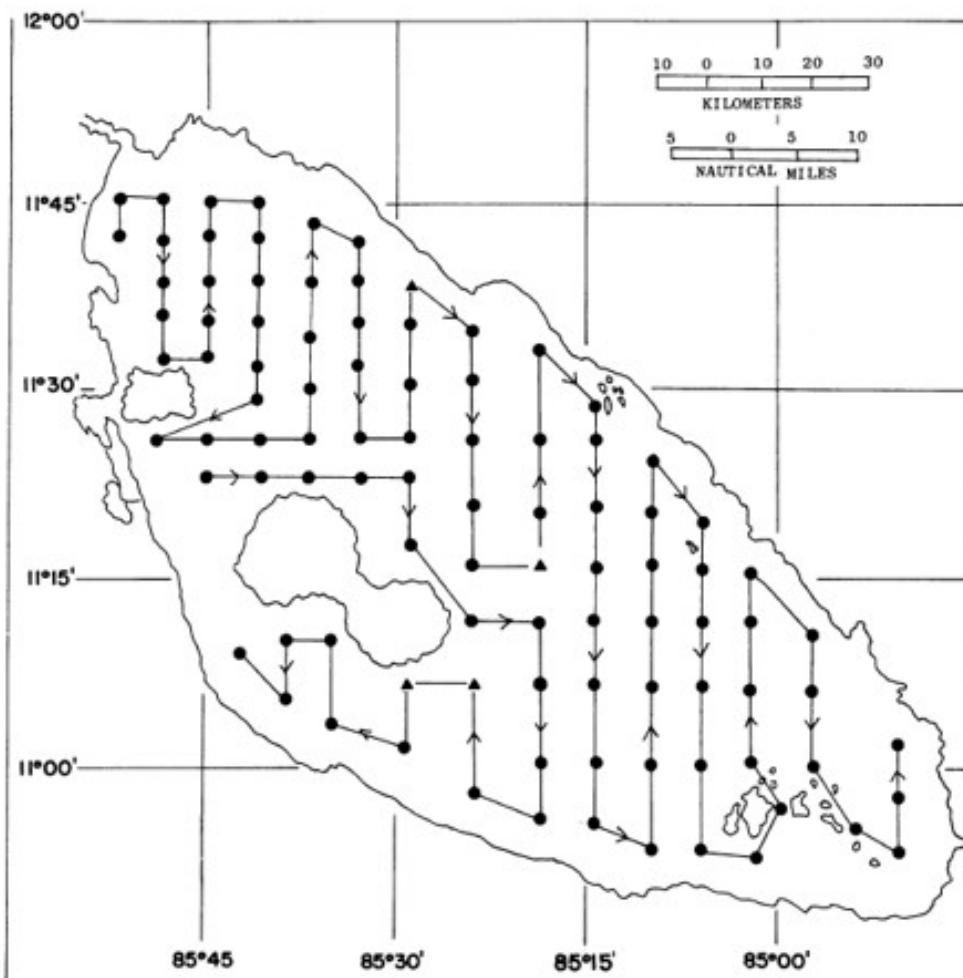
La mojarra (*Cichlasoma citrinellum*) se encuentra habitando principalmente las costas norte y noreste del lago de Nicaragua, áreas al sur de las islas de Ometepe y Zapatera y al oeste de las islas de Solentiname. Pequeñas concentraciones locales se encuentran cerca de la isla de San Bernardo y en otros lugares. Esta especie prefiere los fondos rocosos, que ofrecen las mejores condiciones para su comportamiento reproductivo. Yo también habito áreas con fondos fangosos y plantas acuáticas cerca de la superficie. La especie prefiere profundidades de menos de cinco brazas y especialmente las áreas cercanas a islas y promontorios rocosos donde las profundidades son menos de 112 brazas. La media la abundancia relativa de *C. citrinellum* fue del 8,7% del total captura, en peso, en las estaciones de arrastre de la zona central del lago. La abundancia media en la zona costera, donde se recolectó con redes de enmalle, fue el 23,6% del total especímenes recolectados.

## **Abundancia Relativa y Distribución de la Mojarra (*Cichlasoma citrinellum*) en el Lago de Nicaragua**

---

© Sergio Martinez C – [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

**ABSTRACT:** The *mojarra* (*Cichlasoma citrinellum*) is found inhabiting mainly the north and northeast coasts of Lake Nicaragua, areas to the south of Ometepe and Zapatera Islands and to the west of the Solentiname Islands. Small local concentrations are found near San Bernardo Island and elsewhere. This species prefers rocky bottoms, which offer the best conditions for its reproductive behavior. It also inhabits areas with muddy bottoms and aquatic plants near the surface. The species prefers depths of less than five fathoms and especially the areas near islands and rocky promontories where depths are less than 112 fathoms. The average relative abundance of *C. citrinellum* was 8.7% of the total catch, by weight, at the trawling stations in the central zone of the lake. The average abundance in the coastal zone, where it was collected by gill netting, was 23.6% of the total specimens collected.



**Mapa del Lago de Nicaragua indicando la ruta de la M/N Gaspar (flechas), estaciones de recolección (círculos rellenos) y estaciones no alcanzadas (triángulos), podría significar competencia interespecífica, pero un análisis más detallado debe hacerse un estudio para afirmar Chis. TABLA 2. Especies capturadas en redes de enmalle.**

En la zona costera, *C. citrinellum* era común en todos Nombre común Nombre científico Familia, área investigada con redes de enmalle, que representa el 23,6% del Gaspar *Lepisosteus tropicus* Lepisosteidae número total de especímenes recolectados. Las estaciones de redes de enmalle Guapote *Cichlasoma managuense* Cichlidae son usted en la Fig. 5, junto con el número de Mojarra *Cichlasoma citrinellum* Cichlidae recolectados especímenes de cada lugar.

## Abundancia Relativa y Distribución de la Mojarra (*Cichlasoma citrinellum*) en el Lago de Nicaragua

© Sergio Martinez C – [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

Las mayores capturas de mo- Machaca *Brycon guatemalensis* Characidae

las jarras eran de las islas de Solentiname. Fueron encontrados Róbalo *Centropomus parallelus* Centropomidae principalmente sobre fondos rocosos y en arcadas con plantas flotantes Roncador *Pomadasys grandis* Pomadasyidae como el jacinto de agua (*Eichornia* sp.) Sábalo real *Megalops atlanticus* Elopidae

Otras siete especies capturadas con redes de enmallé en la zona costera Pez sierra *Pristis perotteti* Pristidae se enumeran en la Tabla 2.

TABLE 2. Species taken in gill nets.

Common name	Scientific name	Family
Gaspar	<i>Lepisosteus tropicus</i>	Lepisosteidae
Guapote	<i>Cichlasoma managuense</i>	Cichlidae
Mojarra	<i>Cichlasoma citrinellum</i>	Cichlidae
Machaca	<i>Brycon guatemalensis</i>	Characidae
Róbalo	<i>Centropomus parallelus</i>	Centropomidae
Roncador	<i>Pomadasys grandis</i>	Pomadasyidae
Sábalo real	<i>Megalops atlanticus</i>	Elopidae
Pez sierra	<i>Pristis perotteti</i>	Pristidae

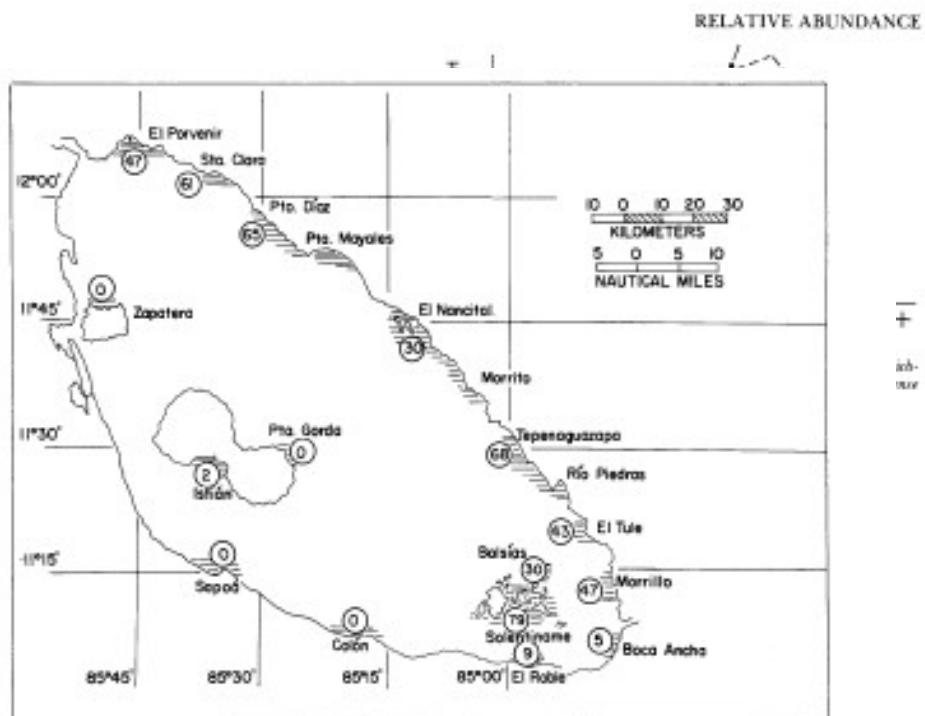


FIG. 3. Gill net stations. Numbers encircled are the number of specimens of *Cichlasoma cirkassiae* taken at each location.

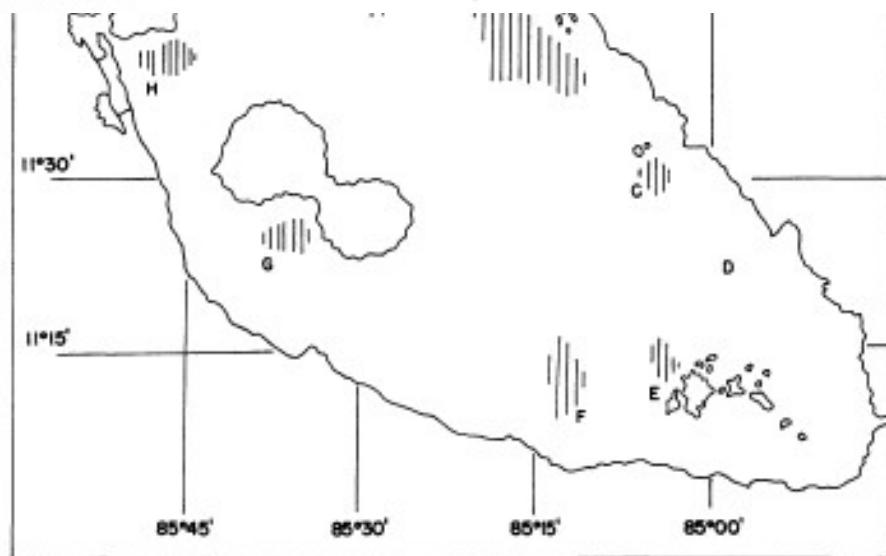


FIG. 3. Distribution of the mojarra, *Gobiosoma cinctum*, determined by trawling. Hatching indicates areas in which their concentration was greater than 8.7% of the total catch, by weight.

## Abundancia Relativa y Distribución de la Mojarra (*Cichlasoma citrinellum*) en el Lago de Nicaragua

© Sergio Martinez C – [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

### PROFUNDIDAD (brazas)

HIGO. 4. Relación entre profundidad y abundancia relativa de *Cichlasoma citrinellum* (línea continua) en comparación con *C. nicaraguense* (línea discontinua) y *Rhamdia* sp. (puntos y rayas).

HIGO. 3. Distribución de la mojarra, *Cichlasoma citrinellum*, determinada por arrastre. La eclosión indica áreas en las que su concentración fue superior al 8,7% de la captura total, en peso.

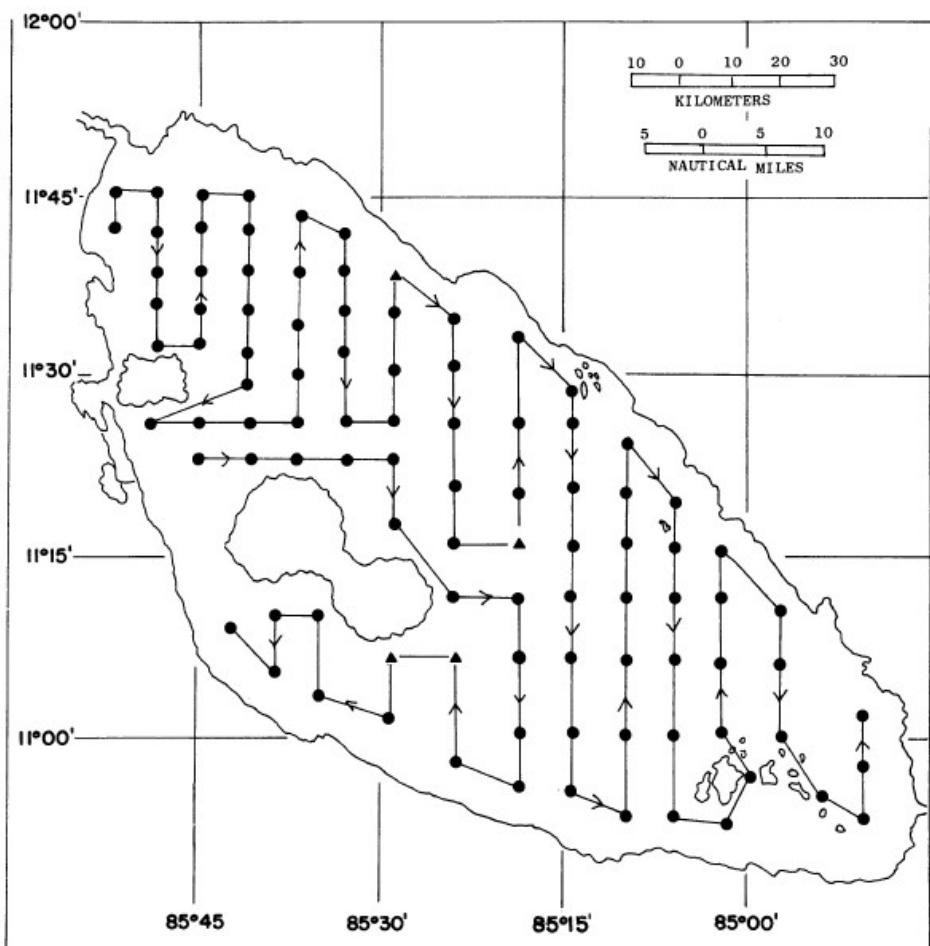


FIG. 1. Map of Lake Nicaragua indicating the route of the M/N Gaspar (arrows), collecting stations (closed circles), and stations not reached (triangles).

FIG. 1, Map of Lake Nicaragua indicating the route of the M/N Gaspar (arrows), collecting stations (closed circles), and stations not reached (triangles). could signify interspecific competition, but a more detailed study must be done to affirm this. TABLE 2. Species taken in gill nets. In the coastal zone, *C. citrinellum* was common in every Common name Scientific name Family area

investigated by gill netting, representing 23.6% of the Gaspar *Lepisosteus tropicus* Lepisosteidae total number of collected specimens. The gill net stations Guapote *Cichlasoma managuense* Cichlidae are listed in Fig. 5, along with the number of collected Mojarra *Cichlasoma citrinellum* Cichlidae specimens from each location. The largest catches of mo-Machaca *Brycon guatemalensis* Characidae jarras were from the Solentiname Islands. They were found Róbalo *Centropomus parallelus* Centropomidae mainly over rocky bottoms and in arcas with floating plants Roncador *Pomadasys grandis* Pomadasyidae such as water hyacinth (*Eichornia* sp.) Sábalo real *Megalops atlanticus* Elopidae Seven other species taken by gill net in the coastal zone Pez sierra *Pristis perotteti* Pristidae are listed in Table 2.

Fig. 1 SPECIES

FIG. 2. Percentage of total catch, represented by species, taken in trawls in the central zone of the lake.

1

1+-22+-55+-7+8+

DEPTH (fathoms)

FIG. 4. Relation between depth and relative abundance of *Cichlasoma citrinellum* (solid line) compared with *C. nicaraguense* (broken line) and *Rhamdia* sp. (dots and da Ellas).

FIG. 3. Distribution of the mojarra, *Cichlasoma citrinellum*, determined by trawling. Hatching indicates areas in which their concentration was greater than 8.7% of the total catch, by weight.

373

FIG. 5. Gill net stations. Numbers encircled are the number of specimens of *Cichlasoma citrinellum* taken at each location.

LITERATURE CITED

Asronut, I. 1971. Peces de la cuenca de los grandes lagos de Nicaragua. Rev. Biol. Trop. 19:7-57.

BARLOW, G. W. 1976. The Midas cichlid in Nicaragua. In: Investigations of the Ichthyofauna of Nicaraguan Lakes. T. B. Thorson (ed.). School of Life Sciences, Univ. Nebr.—Lincoln.

**Abundancia Relativa y Distribución de la Mojarra (*Cichlasoma citrinellum*) en  
el Lago de Nicaragua**

---

© Sergio Martinez C – [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

BARLOW, G. W. and J. W. MUNSEY. 1976. The red devil — Midas — arrow cichlid species complex in Nicaragua. In: Investigations of the Ichthyofauna of Nicaraguan Lakes. T. B. Thorson (ed.). School of Life Sciences, Univ. Nebr.— Lincoln.

INFONAC. 1974. Informe sobre los resultados del programa de investigación de los recursos pesqueros del Lago de Nicaragua. Instituto de Fomento Nacional, División de Pesca, Managua.

VILLA, J. 1971. Sinopsis de los peces de Nicaragua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.

VILLA, J. 1976. Systematic status of the cichlid Ellas *Cichlasoma dorsatum*, *C. granadense* and *C. nigritum* Meek. In: Investigations of the Ichthyofauna of Nicaraguan Lakes. T. B. Thorson (ed.). School of Life Sciences, Univ. Nebr.— Lincoln. ■

## La domesticación del tomate en América: un viaje de ida y vuelta

*José Blanca y Joaquín Cañizares*

Respectivamente, Profesor de Genética, y Catedrático de Genética, Universitat Politècnica de València

Reproducido de The Conversation: <https://theconversation.com/la-domesticacion-del-tomate-en-america-un-viaje-de-ida-y-vuelta-174844>; publicado el February 28, 2022

The Conversation es una organización sin fines de lucro que trabaja por el bien público a través del periodismo basado en hechos e investigaciones. Casi la mitad de nuestro presupuesto proviene del apoyo de las universidades, y los presupuestos de educación superior se encuentran bajo una presión sin precedentes. Su donación puede ayudarnos a seguir haciendo nuestro importante trabajo y llegar a más personas.

Igual que en el campo no hay chihuahuas, sino lobos, en la naturaleza no hay variedades de tomate con frutos grandes, sino plantas con frutos muy pequeños. Tanto, que tienen alrededor de un centímetro de diámetro. Podemos encontrar tomates silvestres desde Chile hasta el norte de México, aunque la mayor diversidad se localiza en las regiones costeras y los valles andinos de Perú y Ecuador.

El proceso de transformación de una especie silvestre en una domesticada se denomina “domesticación”. *Domus* en latín significa casa, por lo tanto, una especie domesticada sería aquella que está adaptada a vivir cerca de nosotros. Esto le pasó al lobo, a los tomates y a casi todas las especies que nos acompañan y de las que nos alimentamos.

La historia detallada de la domesticación del tomate es bastante compleja. Carecemos de evidencias arqueológicas claras, pero hemos podido desentrañarla gracias al análisis de la genética y la morfología de los tomates silvestres y domesticados actuales.



Migraciones, hibridaciones y domesticación del tomate en América.

## DE MÉXICO A LA CEJA DE MONTAÑA

Es habitual leer que la domesticación se llevó a cabo en México porque esta ha sido una de las hipótesis más populares desde los años 50. Sin embargo, determinar dónde ocurrió realmente no es fácil.

Hay dos zonas implicadas: Mesoamérica (Méjico y Centroamérica), y la Ceja de Montaña, el área ubicada entre la falda de los Andes y la Amazonía en Perú y Ecuador. Los tomates de estas dos lejanas regiones son genéticamente muy similares.

Esto es llamativo. Podríamos esperar que los tomates de la Ceja de Montaña se pareciesen más, dada su proximidad geográfica, a los silvestres de la costa de Ecuador y Perú, pero no es así.

Las evidencias relativas a la domesticación no son todavía definitivas porque inferir la morfología de los frutos de hace miles de años a partir de la

genética de las plantas actuales no es trivial. Los restos arqueológicos podrían zanjar la cuestión pero, por desgracia, son muy escasos. El tomate se conserva muy mal en las regiones húmedas y, además, siempre fue un cultivo secundario, utilizado principalmente para salsas.

A pesar de esto, las evidencias disponibles apuntan a que algunas plantas silvestres llegaron desde Mesoamérica a la Ceja de Montaña y que, una vez allí, se domesticaron. La población de tomates cultivados más diversa del mundo se encuentra, precisamente, en esa región de Perú y Ecuador.

Esta extraordinaria diversidad puede ser debida, al menos en parte, a que fue allí donde se hizo la domesticación. Además, los tomates mexicanos cultivados tradicionales, o al menos los que se han analizado genéticamente, no descienden de plantas silvestres mexicanas, sino de plantas domesticadas ecuatorianas y peruanas. Es decir, fueron importados.

Parece que el tomate realizó un viaje de ida y vuelta entre Mesoamérica y la Ceja de Montaña. Probablemente bajó al sur como mala hierba y volvió como cultivada. Las evidencias genéticas a favor de esta vuelta como cultivada son muy claras.

Este comportamiento de los tomates silvestres como *mala hierba* tampoco es extraño. En la actualidad, estas plantas siguen siendo comunes en ambientes afectados por los seres humanos como campos de cultivo o bordes de carreteras. Este es el caso en todas las regiones subtropicales.

En las Islas Canarias, por ejemplo, pueden encontrarse tomates muy similares a los silvestres mexicanos en descampados o en bordes de caminos y parques. Además, sabemos con seguridad que las culturas agrícolas de la Ceja de Montaña, por ejemplo, la de Mayo-Chinchipe (entre 3000 y 2000 a. n. e.), habían importado maíz domesticado desde México. Es posible que el tomate se colase como polizón en los intercambios que se daban entre estas distantes culturas agrícolas.

En cualquier caso, la domesticación no fue el último paso en la modificación del tomate por parte de los seres humanos, tan solo el primero.

Tras este primer cambio, en cada lugar y tiempo hemos creado nuevas variedades adaptadas a nuestros gustos y necesidades. Primero en América, luego en España e Italia y, por último, y solo a partir del siglo XIX, en el resto del mundo.

## Abundancia Relativa y Distribución de la Mojarra (*Cichlasoma citrinellum*) en el Lago de Nicaragua

---

© Sergio Martinez C – [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

### ASPECTOS GENÉTICOS

Los tomates que podemos encontrar en la Ceja de Montaña no descienden simplemente de los que llegaron desde Mesoamérica, sino que se hibridaron con los silvestres localizados en las costas de Perú y Ecuador.

Las señales genéticas de esta antigua hibridación son todavía muy claras en los genomas de las plantas actuales de la Ceja de Montaña. En estos genomas se alternan fragmentos muy parecidos a los de los tomates mexicanos con secuencias casi iguales a las de las plantas silvestres de las costas peruana y ecuatoriana.

Las regiones genómicas que se incorporaron en los tomates llegados desde Mesoamérica incluyen, entre otros, genes relacionados con la floración y con la respuesta a la luz y, probablemente, fueron seleccionadas para adaptar las plantas recién llegadas a un régimen estacional ecuatoriano.

Las plantas necesitan acompañar su temporada de floración con el clima y la latitud y, probablemente, esta hibridación con plantas silvestres ecuatorianas permitió a las plantas llegadas del norte adaptarse a las nuevas latitudes.

Este no fue el único cambio. Cualquier proceso de domesticación implica una modificación genética de la especie: los descendientes de los organismos domesticados son distintos de los silvestres. La genética no es más que el estudio de la herencia biológica, de modo que si cambiamos caracteres heredables estamos haciendo genética.

¿Cómo consiguieron los antiguos agricultores realizar estos cambios?

Por un lado, buscaron mutantes. Por ejemplo, eligieron plantas con colores o formas de fruto poco usuales. Además, se hicieron cruces y se seleccionaron nuevas variedades.

Esto es, básicamente, lo mismo que hacen los mejoradores actuales que crean las variedades que podemos comprar en los mercados. La diferencia es que los agricultores antiguos llevaban a cabo estas prácticas de un modo intuitivo, sin conocer la genética subyacente, mientras que los profesionales de hoy en día lo hacen de una forma consciente, controlada, sistemática y mucho más rápida.

Por ejemplo, mientras que el gran conocimiento de las plantas que cultivaban permitía a los agricultores antiguos seleccionar nuevos mutantes y cruces espontáneos, los mejoradores actuales son capaces de planificar los cruces para conseguir nuevas variedades que incorporen características deseables de distintos parentales.

En ambos casos el objetivo perseguido es el mismo: mejorar el cultivo y adaptarlo a nuestras necesidades y gustos. La estrategia para conseguirlo es, en esencia, la misma, aunque la aproximación moderna es mucho más rápida y eficiente.

Nuestro conocimiento genético actual nos ha permitido descubrir muchas de las modificaciones que realizaron los antiguos agricultores. Por ejemplo, entre

los mutantes que alteraron la forma y el tamaño del fruto en la Ceja de Montaña se encuentra “fas”. Esta mutación en el gen CLAVATA3, localizado en el cromosoma 11 del tomate, produce frutos más grandes y de formas irregulares.

#### **GENÉTICA, HISTORIA Y CULTURA**

La determinación de la localización de la región en la que se domesticó el tomate, aunque es una cuestión de importancia académica e histórica, no es la lección principal que hemos de extraer.

Lo más importante es recordar que el tomate no es una excepción. Como el resto de especies domesticadas, encierra una compleja historia que aúna genética y prácticas agronómicas y culturales diversas.

El tomate actual, como el resto de cultivos, es fruto del contacto y la mezcla de gentes muy diferentes y esta es una parte fundamental de nuestra historia compartida y de nuestro futuro. ■