



Terra. Nueva Etapa
ISSN: 1012-7089
ISSN: 2542-3266
vidal.saezsaez@gmail.com
Universidad Central de Venezuela
Venezuela

Una aproximación a la historia y situación actual de las investigaciones científicas sobre cambio climático en Venezuela Algunos avances y retos temáticos

Maitín, Carlos; Carrasco Aquino, Roque; Rodríguez, Rafael Javier; López, Jorge
Una aproximación a la historia y situación actual de las investigaciones científicas sobre cambio climático en Venezuela. Algunos avances y retos temáticos
Terra. Nueva Etapa, vol. XXXVI, núm. 60, 2020
Universidad Central de Venezuela, Venezuela
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72166221008>

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional

Una aproximación a la historia y situación actual de las investigaciones científicas sobre cambio climático en Venezuela. Algunos avances y retos temáticos

Carlos Maytín

Universidad Nacional Experimental de Guayana, Venezuela.

maytínfumero@yahoo.es

Roque Carrasco Aquino

Instituto Politécnico Nacional IPN, de México.

roquej1608@hotmail.com

Rafael Javier Rodríguez

Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Venezuela

rafaeljavier@ucla.edu.jv

Jorge López

Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Venezuela

jorliam2001@yahoo.es

Recepción: 17 julio 2020

Aprobación: 10 octubre 2020

RESUMEN:

En este trabajo se explora el desarrollo histórico y situación actual de las investigaciones sobre cambio climático en Venezuela (a partir de fuentes documentales). La primera investigación de la que se tiene registro comenzó en el año 1986 (sobre incremento del nivel del mar), pero es en 1989 cuando comienza un mayor esfuerzo de estructuración científica e institucional de apoyo a las investigaciones. Se identificó una primera etapa que duró hasta el año 2000, una segunda del año 2001 hasta el 2005 cuando se publica la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, así como una última y tercera etapa entre 2006 y 2019, en la que se celebran tres simposios nacionales sobre cambio climático, el gobierno nacional financia 128 proyectos de investigación y además se publica en el año 2017 la Segunda Comunicación Nacional, mientras que la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela (AFICMAN) publica en el año 2018 el Primer Reporte Académico sobre Cambio Climático (PRACC). Se concluye que se ha avanzado históricamente en la comprensión científica del cambio climático en Venezuela, pero también que aún existen importantes retos que abordar, algunos de los cuales, por su importancia estratégica, para el país, son presentados para la discusión en este trabajo.

PALABRAS CLAVES: Cambio Climático, Ciencia, Venezuela, Avances y Retos.

ABSTRACT:

This paper explores the historical development and current situation of research on climate change in Venezuela (from documentary sources). The first research on record began in 1986 (on sea level rise), but it was in 1989 when a greater effort to structure scientific and institutional support for research began. A first stage was identified that lasted until 2000, a second from 2001 until 2005 when the First National Communication on Climate Change was published, as well as a last and third stage between 2006 and 2019, in which three national symposia on climate change were held, the national government finances 128 research projects and in addition the Second National Communication is published in 2017, while the Academy of Physical, Mathematical and Natural Sciences of Venezuela (AFICMAN) publishes in 2018 the First Report Academic on Climate Change (PRACC). It is concluded that historically there has been progress in the scientific understanding of climate change in Venezuela, but also that there are still important challenges to be addressed, some of which, due to their strategic importance for the country, are presented for discussion in this paper.

KEYWORDS: Climate Change, Science, Venezuela, Progress and Challenges.

1. INTRODUCCIÓN

La capacidad cada vez mayor del hombre de utilizar y modificar los sistemas naturales y el ambiente, en buena parte derivada del avance de la ciencia y la tecnología, pero también asociada a la consolidación del sistema capitalista y el desarrollo industrial especialmente desde la segunda mitad del siglo XIX, terminó por manifestarse en el siglo pasado mediante crecientes y generalizados problemas ambientales en nuestro planeta. En tal sentido, desde finales de la década de los años 60 del siglo XX, y con el apoyo de modelaje y simulación computarizada, se planteó en el ámbito científico internacional (Manabe y Wetherald, 1967) la posibilidad de que a futuro se produjera un cambio climático causado por el calentamiento global de la atmósfera terrestre debido al continuo incremento de emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de diversas actividades humanas, lo que podría limitar e inclusive cancelar las posibilidades de desarrollo sostenible de la humanidad, sobre todo hacia mediados-finales del siglo XXI.

Como respuesta a la situación anterior, desde la segunda mitad de los años ochenta del siglo pasado se han venido concretando en Venezuela investigaciones tendientes no solo a generar conocimiento científico para comprender dicha problemática, sino también para promover el diseño y aplicación concreta de medidas de mitigación (como por ejemplo la reducción de emisiones y promoción de sumideros de carbono) y adaptación, apoyando la formulación de políticas de Estado en relación al cambio climático que deberían implicar profundos cambios en las relaciones hombre-sociedad-naturaleza-ambiente en el país. De aquí que el objetivo general de nuestra investigación fue el de contribuir a identificar y analizar para el caso venezolano, las investigaciones hasta ahora realizadas, y discutirlos como resultado de un proceso histórico en su significado, en términos de avance, pero sobre todo en relación a los retos (requerimientos de investigación), y que en consecuencia aún deben afrontarse.

2. MÉTODOLÓGIA EMPLEADA

Investigación exploratoria-descriptiva, cualitativa y documental, en la que se aplicaron ciertos criterios para facilitar la identificación de etapas históricas en el desarrollo de la ciencia del cambio climático en Venezuela, lo que permitió a su vez organizar temporalmente la presentación de resultados y su posterior discusión. Los criterios utilizados fueron los siguientes: año de inicio de las investigaciones (permitió identificar el origen de la ciencia respectiva), fechas y medios de presentación pública de resultados de investigación; continuidad temporal de las presentaciones, así como años de publicación de comunicaciones nacionales, de reportes académicos de importancia y de realización de eventos científicos considerados como hitos históricos. En cada etapa se identificaron los principales subtemas en los que hubo avances en la generación de conocimiento científico, o se presentaron propuestas de medidas de mitigación o adaptación. En ciertos casos se señalan esfuerzos institucionales y de formación de recursos humanos, especialmente en la primera etapa, por haber sido hasta ahora la menos estudiada y conocida en el país.

De los resultados (historia de las investigaciones) y su significado emergen, lo que consideramos de manera particular, los requerimientos significativos (estratégicos) de investigación (a manera de retos para el estamento científico país interesado en investigar la temática del cambio climático), por lo que, en consecuencia, es con base en estos que se desarrolla la sección de discusión. En otras palabras, los requerimientos de investigación no los consideramos hechos históricos ocurridos en el tiempo, tal como sí lo hacemos con las investigaciones realizadas de manera concreta en Venezuela sobre el cambio climático, ya que estos se derivan de la interpretación y significado particular que

como investigadores dimos a dicha historia, vista como conjunto de investigaciones en ciertas etapas, y no como investigaciones aisladas en el tiempo. Por esta razón, y por así decirlo, constituyen los ladrillos a partir de los cuales desarrollamos la sección final de discusión del presente artículo.

El lapso de tiempo estudiado abarcó desde 1986 a 2019 (33 años). Se citan en texto solo las referencias de las dos primeras etapas del desarrollo histórico de la ciencia del cambio climático identificadas en Venezuela (las más antiguas, desde 1989 hasta el año 2005), ya que al haberse contabilizado para el período total unas 515 contribuciones, la mayoría presentadas en la tercera etapa, se presentaron lógicas limitaciones de espacio para poder incluirlas en la correspondiente lista de referencias bibliográficas. No obstante, para aminorar al menos parcialmente este problema, se señalaron de manera agrupada, por subtemas, las contribuciones de esta última etapa (2006-2019), solo citándose algunas referencias cuando se consideró importante y necesario.

3. RESULTADOS

Primera Etapa (años 1986-2000): El inicio de las investigaciones sobre cambio climático en Venezuela se remonta al año 1986 (dos años antes de la creación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, por sus siglas en inglés IPCC), en respuesta al interés de la Naciones Unidas (ONU) por tener un reporte sobre potenciales efectos del calentamiento global y el incremento del nivel del mar en la región del Caribe, aspecto que fue investigado para el caso de nuestro país, mediante una asociación entre la Universidad de Oriente (UDO) y la NOAA (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, del Departamento de Estado de EUA). Esta primera investigación buscó indagar (Aparicio, 1990) los siguientes aspectos: incremento de la temperatura superficial del océano, incremento del nivel del mar (hasta 20 cm), cambios a gran escala en variables como temperatura del aire, precipitación, evaporación, velocidad del viento y frecuencia de tormentas, con sus implicaciones, especialmente en zonas costeras.

No obstante, un esfuerzo más sistemático y sostenido de organización institucional, con formación de investigadores en cambio climático en Venezuela, tuvo lugar a partir de 1989, al incluirse nuestro país como caso de estudio nacional en un proyecto de investigación internacional denominado PAN-EARTH (Red de Evaluación Predictiva de Respuestas de Sistemas Ecológicos y la Agricultura a las Actividades Humanas) de la Universidad de Cornell (EUA), el cual formaba parte a su vez del Programa Ambiental Global de esta universidad. Este proyecto tuvo los siguientes aportes:

- Acevedo (1989) presentó una ponencia inicial sobre efectos biológicos del cambio climático en Venezuela. Posteriormente fueron organizados dos talleres interinstitucionales (PAN-EARTH, 1991), uno en Caracas, en la sede del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) y otro en la ciudad de Mérida, en la sede del Instituto Forestal Latinoamericano (IFLA), adscrito en aquella época al Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR). En estos dos eventos, expertos nacionales e internacionales identificaron por primera vez para Venezuela unos 70 problemas que podrían generarse en el país por el cambio climático, destacando especialmente la necesidad de evaluar su potencial impacto sobre la agricultura, los ecosistemas naturales y las cuencas hidrográficas.
- Se promovió en 1989, junto al Fondo Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (FONAIAP), un taller internacional de entrenamiento de científicos venezolanos en calibración y uso de modelos de simulación de cultivos del sistema DSSAT (Sistema para el Soporte de Decisiones en Transferencia de Agro Tecnología, desarrollado por la Universidad de Florida,

EUA), para evaluaciones de impacto de cambio climático en el sector vegetal de la agricultura venezolana (PAN-EARTH, 1990a).

- Se promovió en el año 1990 en la ciudad de Mérida, en colaboración con el para entonces denominado Centro Interamericano de Investigaciones en Aguas y Tierras (CIDIAT), un Taller Internacional sobre Cambio Climático en Venezuela y la Región del Caribe (PAN-EARTH-CEACT, 1990b), donde se generaron los primeros escenarios de cambio climático para el país (en estos se asumieron aumentos de temperatura y precipitación generalizados para Venezuela). Los resultados de este taller, permitieron posteriormente, utilizando los modelos de cultivos del DSSAT, presentar a partir de 1991 avances de evaluaciones de impactos en cultivos estratégicos como maíz (Maytín *et al.*, 1991b, De Bisbal y Comerma, 1991) y caraotas (Jaimes, 1991).
- En el año 1991 se presenta en el país el primer trabajo especial de grado a nivel de maestría (financiado por FUNDAYACUCHO), en impacto del cambio climático sobre la fenología y producción del maíz híbrido Ceniap PB-8 en Barinas y Turén (Maytín, 1991). Igualmente, mediante cursos realizados en la Universidad de Florida (EUA) se profundizó la formación de recursos humanos venezolanos en materia de modelaje y simulación de cultivos para fines de evaluación en cambio climático.
- También en 1991 se entregó al gobierno venezolano un reporte (Acevedo *et al.*, 1991), en donde se integran los resultados de todas las evaluaciones llevadas a cabo hasta ese año por el Proyecto PAN-EARTH, sobre impactos potenciales (sin medidas de adaptación) de escenarios de cambio climático en agricultura y cuencas hidrográficas (producción y disponibilidad de agua) y en menor medida impactos en ecosistemas naturales como bosques y sabanas. En este reporte se incluye una primera aproximación al impacto del cambio climático en la agricultura de países desde los cuales tradicionalmente, para la época, importábamos alimentos (de interés para nuestra seguridad alimentaria y desde el punto de vista geopolítico).
- Por otra parte, en el año 1992 se presentan resultados sobre evaluaciones de impacto en el balance hídrico y la disponibilidad de agua para cultivos en suelos agrícolas de los llanos occidentales (Maytín y Andressen, 1992), así como de las consecuencias hidrológicas del cambio climático en una cuenca perhúmeda venezolana (Andressen y Rincón, 1992). En 1992 también se promueve la formación de recursos humanos venezolanos en EUA (en el Laboratorio de Recursos Naturales de Recursos y Ecosistemas, NREL, de la Universidad del Estado de Colorado) en la calibración y utilización del modelo de simulación de sabanas a nivel de paisajes (Coughenour, 1992), para fines de apoyar las evaluaciones de impactos del cambio climático en las sabanas de Venezuela (Maytín *et al.*, 1994).
- Robock *et al.* (1993) publican a nivel internacional propuestas de escenarios de cambio climático de varios países, entre los cuales se incluye Venezuela (proponen aumentos de temperatura y precipitación para el país). Jaimes *et al.* (1993) presentan resultados de simulaciones de impacto sobre la producción de caraota en localidades de la región centro occidental del país, tomando en cuenta los efectos de incrementos en las concentraciones atmosféricas de CO₂ (primera vez que se realizaba este tipo de simulación en Venezuela). Por su parte, en el año 1994 se presentan evaluaciones de impactos sobre la productividad primaria neta de bosques al sur del Río Orinoco (Maytín *et al.*, 1994), mientras que en 1995 y de nuevo a nivel internacional, se publican resultados de evaluaciones de impacto en fenología y producción del cultivo del maíz en Barinas, Turén y Yaritagua (Maytín *et al.*, 1995). Se agrega este mismo

año una primera comparación de impactos de cambios climáticos por efecto invernadero en cultivos de maíz y cañotes en Venezuela (Acevedo *et al.*, 1995).

- En 1996 se muestran nuevos avances en la generación de escenarios de cambio climático para el país (Andressen *et al.*, 1996), lo que permitió, finalmente en 1999, publicar una actualización de los estudios de impacto sobre la producción y disponibilidad de agua en cuencas hidrográficas nacionales (Andressen y Rincón, 1999), culminando así, hacia finales del siglo pasado, con una década de aportes de investigaciones sobre cambio climático del proyecto PAN-EARTH, en el caso de estudio Venezuela, congruente con los requerimientos establecidos a finales de la década de los años ochenta en el mencionado proyecto, de focalizar los estudios en evaluaciones de impactos sobre la agricultura, los ecosistemas naturales y las cuencas hidrográficas venezolanas.

Fuera del contexto del Proyecto PAN-EARTH, se presentaron en la década de los años noventa una serie de importantes aportes en investigación de impacto del cambio climático en Venezuela, especialmente relacionados con el potencial incremento del nivel del mar en nuestras zonas costeras (Roa, 1991; Arismendi y Volonte, 1992; Díaz, 1992; Volonte y Arismendi, 1995; MARNR/MEM, 1996; MARNR, 1996; Olivo, 1997 y 1999), así como la vulnerabilidad y adaptación en bosques y recursos costeros (Perdomo *et al.*, 1996). En el año 1996 se publica el Primer Inventario Nacional de Fuentes y Sumideros de Gases de Invernadero (MARNR/PNUMA, 1996), cumpliendo con compromisos adquiridos por el país en la primera Convención Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas (CMUCC, del año 1992, la cual entró en vigor en el año 1994), con una actualización hacia finales del siglo pasado (MARNR, 1999). Así mismo, en 1999 se publican los primeros estudios en Venezuela sobre impacto del cambio climático en los sistemas sociológicos de la región costera-oriental (Olivo, 1999). En el año 2000 destaca el trabajo de Martelo y Rojas (2000) acerca de la posible influencia del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) sobre el clima de los Llanos en Venezuela, culminando así lo que hemos considerado es la primera etapa de desarrollo de la ciencia del cambio climático en Venezuela.

Segunda Etapa (años 2001-2005): Se llega a la primera mitad de la década inicial del presente siglo, en donde parte importante de los trabajos de investigación estuvieron dirigidos a proporcionar información científica de apoyo para que el gobierno venezolano pudiera publicar en el año 2005 la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (MARNR, 2005). Destacamos en este sentido trabajos sobre pérdida de tierras en costas venezolanas por incremento del nivel del mar (Olivo *et al.*, 2001), variaciones de temperaturas (Cárdenas y Alonso, 2003, quienes presentan evidencias de incrementos térmicos ya alcanzados en el país de unos 2.5 grados en las temperaturas mínimas), tendencias en la precipitación (Cárdenas y De Grazy, 2003, evidenciando una tendencia hacia la disminución de pluviosidad en Venezuela), impacto de eventos Niño en el sur de Venezuela (Cárdenas y Gil, 2003), metodología para la selección de modelos de circulación general de la atmósfera en la generación de escenarios de cambio climático (Martelo, 2003), consecuencias generales del cambio climático en Venezuela (Martelo, 2004), impacto del cambio climático en los recursos hídricos del país (Duque *et al.*, 2004), opciones de mitigación de emisiones de gases de invernadero (Sánchez, 2004); impacto del cambio climático sobre cultivos anuales en Venezuela (Puche *et al.*, 2004) y lineamientos generales de medidas de adaptación para el sector agrícola (Ovalles *et al.*, 2005). La Primera Comunicación Nacional del año 2005 también incluye un capítulo sobre fuentes y sumideros de gases de invernadero, pero basado en el inventario que hizo el MARNR en el año 1999. Los

escenarios de cambio climático de la Primera Comunicación Nacional asumen incrementos de temperatura, combinado con una disminución de la precipitación para el país.

Tercera Etapa (sub etapas 2006-2012 y 2013-2019)

Sub etapa 2006-2012: Luego de la presentación pública en el año 2005 de la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático en Venezuela, se incrementa en el ámbito académico del país la producción científica de conocimiento relativo al tema, así como su financiamiento por organismos nacionales, ya que el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT) aprueba por primera vez en el año 2011 el financiamiento de 58 proyectos de investigación en cambio climático. En este lapso 2006-2012 se contabilizan en general unas 158 presentaciones de resultados de investigación (incremento respecto a las dos etapas previas). En estas se abordan sub temas de investigación bastante diversos (lo que evidencia la gran complejidad de tema cambio climático en el país), destacando los siguientes: fuentes y sumideros de carbono (actualización del inventario nacional al año 2010), cambios de temperaturas del aire y pluviosidad (lluvias extremas y sequías, desertificación, cambios de estacionalidad, así como nuevos escenarios de cambio climático que proponen aumentos de precipitación para el país, tal como los presentados por Escorche *et al.*, 2007), impacto sobre hidrología de cuencas (incluye efectos sobre caudal y procesos sedimentarios), vulnerabilidad y estrategias de adaptación ante impactos del incremento del nivel del mar en zonas costeras, impacto en ecosistemas coralinos; en biodiversidad, conservación y uso de bosques tropicales y sabanas; en dinámica bosque-sabana e incendios de vegetación, agricultura (vegetal y animal, seguridad alimentaria, en menor medida soberanía alimentaria, y medidas de adaptación), en el uso de la tierra en ambientes de alta montaña, glaciares de la cordillera andina; en la salud de la población y la morbilidad de enfermedades infecciosas en humanos, así como impactos en los sistemas sociales (incluye percepción social del cambio climático), a lo que se debe agregar trabajos sobre métodos para la generación de escenarios de cambio climático por escalado (*downscaling*) regional y una primera propuesta de plan de adaptación del sector agrícola venezolano al cambio climático. Se destaca igualmente en esta sub etapa la creación de cátedras libres sobre cambio climático en varias universidades nacionales, la primera de la cuales fue propuesta y es coordinada por el Dr. Rafael Rodríguez en la UCLA. Otras dos cátedras libres sobre cambios climáticos se crearon en la UCV (coordinada por el Dr. Juan Carlos Sánchez) y en la Universidad de los Andes (ULA), la cual fue creada por la Dra. Griselda Ferrara de Giner.

Sub etapa 2013-2019: En el año 2013 y como hito histórico de la ciencia del cambio climático en el país, se desarrolla el Primer Simposio Nacional de Cambio Climático, promovido por la Academia Nacional de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales ACFIMAN, en donde se presentaron trabajos agrupados en cuatro (4) bloques temáticos, a saber: Energía y Cambio Climático e Impactos del Cambio Climático en Venezuela; Ciclos Biogeoquímicos y Biodiversidad; Dimensiones Humanas del Cambio Climático y Seguridad Alimentaria y Recursos Hídricos; Mitigación y Adaptación. En este evento se agregan varias presentaciones en dos foros sobre temas como alternativas de transporte sustentable y energías, y cambio climático, divulgación científica y educación, así como conferencias magistrales y una conferencia especial, para un total global de 59 presentaciones, con unos 211 participantes (evidenciando el incremento del interés en el tema cambio climático por parte de la academia venezolana).

En el año 2014 se concretan nuevos aportes en la ciencia del cambio climático en Venezuela, destacando la presentación de resultados sobre repositorios de datos hidroclimáticos para gestión de riesgos epidemiológicos y ambientales, medidas de adaptación agrícola en cuencas hidrográficas seleccionadas, distribución potencial de cultivos agrícolas (del estado Mérida), salud de la población,

riesgos y configuración jurídica venezolana; se presenta una propuesta de observatorio nacional sobre cambio climático y salud, así como resultados de un estudio sistémico–interpretativo del accionar de la sociedad ante el cambio climático, y una propuesta de método para la formulación de planes de adaptación del sector agrícola venezolano ante los cambios de clima.

Por su parte, en el año 2015 se publica sobre influencias oceánicas en la precipitación de Venezuela bajo clima actual y clima futuro, conservación del mega delta del Orinoco ante el incremento futuro del nivel del mar, impacto del cambio climático sobre la distribución geográfica de vectores de Chagas y mortalidad por este tipo de vector, así como propuestas para adaptación al cambio climático en la región urbana de Caracas, estudios sobre la relación entre cambio climático y áreas protegidas en Venezuela, e ideas sobre consumo energético y cambio climático, además de un estudio sobre representaciones sociales del cambio climático en estudiantes universitarios, que incluye propuestas educativas.

En 2016 se desarrolló en la ciudad de Mérida el Segundo Simposio sobre Cambio Climático en Venezuela, de nuevo promovido por la AFICMAN y bajo la coordinación del Centro Interamericano de Investigación en Ambiente y Tierras (CIDIAT), ente adscrito al Vice Rectorado Académico de la ULA. En este caso el tema central fue el de ciencia y gestión: desafíos ante los cambios globales, discutiéndose sobre ciencia y política nacional en cambio climático y su integración en los procesos de toma de decisión pública y privada, orientadas a la generación de propuestas que permitiera alcanzar soluciones para esta problemática. En total hubo 58 presentaciones (bastante similar al número de presentaciones del primer simposio).

Para el año 2017 se publica la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático en Venezuela (República Bolivariana de Venezuela, 2017). Esta comunicación se estructuró con base en los siguientes temas: circunstancias nacionales, inventario de fuentes (emisiones) y sumideros de gases de invernadero (con base en un estudio del año 2010), escenarios y vulnerabilidad frente los efectos adversos del cambio climático, balance del conjunto de acciones y medidas que ha emprendido el país en materia de adaptación y mitigación para enfrentar el cambio climático; capacidades nacionales ante el cambio climático en relación a políticas, medidas sociales, económicas y ambientales adoptadas y principales obstáculos y necesidades para la adaptación y la mitigación ante los efectos del cambio climático, incluyendo necesidades de carácter institucional.

Es de destacar que en la Segunda Comunicación Nacional los escenarios de cambio climático implicaron la colaboración entre climatólogos brasileños y venezolanos (estos últimos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMEH, mientras que por el lado brasileño participaron especialistas del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales, INPE), para la aplicación de métodos de escalado de las salidas de modelos de circulación general de la atmósfera, lo que permitió contar con mejores mapas (respecto a los de la Primera Comunicación Nacional del año 2005) de cambios de temperatura del aire y precipitación para el territorio venezolano, a mediano y largo plazo. En este caso se mantienen, respecto a la Primera Comunicación Nacional, los escenarios de precipitación que indican disminución de pluviosidad en el país a futuro. La Segunda Comunicación incluye, por primera vez, evaluaciones del impacto del cambio climático en algunos recursos pesqueros estratégicos del país (sardinias y atún), de importancia para la seguridad y soberanía alimentaria nacional.

Para el año 2017 se contabilizan en Venezuela 128 proyectos de investigación en cambio climático financiados por el FONACIT (República Bolivariana de Venezuela, 2017), lo que implica que luego de los 58 proyectos inicialmente financiados en el año 2011 por dicho organismo, se otorgó financiamiento adicional a otros 70 proyectos de investigación en la misma temática.

En 2017 se publica igualmente el primer estudio sobre información, difusión y articulación en

cambio climático (Siso *et al.*, 2017), en donde se presenta una importante propuesta al país para abordar el cambio climático, mediante lineamientos que promuevan un acercamiento entre los investigadores (del cambio climático) y los actores políticos (gestores de la cosa pública) como un mecanismo alternativo para ampliar el uso de la información en cambio climático y su difusión.

En febrero de 2018 sale a la luz pública el Primer Reporte Académico Sobre el Cambio Climático (PRACC) en Venezuela, promovido por la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela (ACFIMAN-SACC, 2018), el cual aborda subtemas relativos a variabilidad natural del clima, escenarios de cambio climático, impacto, adaptación, vulnerabilidad y mitigación, y de manera específica ahondando en los siguientes tópicos a) Modelaje y estadística; Evaluación de modelos climáticos del IPCC AR5 (IPCC, 2014), en su aplicación para Venezuela; Sistemas Oceánicos y Agricultura; b) Ecosistemas Terrestres, Ecosistemas Marinos, Áreas Protegidas y Mitigación; y c) Salud humana, Áreas urbanas y Transporte, Institucionalidad y Educación Ambiental. El PRACC también incluye un resumen con recomendaciones para responsables de formular políticas sobre cambio climático en Venezuela. Este informe destaca la necesidad de que se tomen en cuenta los resultados de numerosas investigaciones realizadas en el país sobre el tema del cambio climático, para elaborar las comunicaciones nacionales.

Por su parte, en octubre de 2019, y luego de dos suspensiones (una a finales del año 2018 y otra en marzo del año 2019), debido a la grave crisis política y económica que ha vivido el país en los últimos años, la cual ha afectado negativamente a la academia venezolana (tanto a investigadores como a sus instituciones de afiliación), se pudo celebrar finalmente el Tercer Simposio Nacional sobre Cambio Climático en Venezuela, el cual se llevó a cabo en la Universidad Metropolitana (Caracas) con apoyo de la ACFIMAN, de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat (ANIH), de la Universidad Central de Venezuela UCV y de la Universidad Simón Bolívar (USB). En este evento el tema central fue el de cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria en el país. Los principales ejes temáticos abordados en este caso fueron los siguientes: conocimiento científico en cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria; impacto, vulnerabilidad y riesgos por efectos del cambio climático en la agricultura y seguridad alimentaria, inventario de emisiones de gases de invernadero y evaluación de sumideros y fijación de carbono del sector agrícola, así como lineamientos para políticas públicas en adaptación de actividades agrícolas y seguridad alimentaria. En este evento se presentaron 21 ponencias entre orales y carteles, más 6 ponencias adicionales de manera virtual en el contexto del Primer Congreso Latinoamericano de Cambio Climático, las cuales incluyeron temas como uso de imágenes de satélite para evaluar condiciones ambientales que afectan a la productividad de ecosistemas de aguas someras y costeras, aportes de la ecología del paisaje al estudio del cambio climático en Venezuela, criterios para determinar la vulnerabilidad de aves playeras ante el cambio climático en Venezuela, dinámica y vulnerabilidad de áreas costeras (falconianas) ante el cambio climático y un modelo de riesgos hidrometeorológicos para el estado Vargas (hoy en día estado La Guaira). En este tercer simposio también se presentaron conferencias magistrales que abordaron aspectos relativos al cambio climático y la seguridad alimentaria, optimización del proceso de fotosíntesis como estrategia de seguridad alimentaria, agua para la agricultura, uso de la energía en la cadena alimentaria, carbono orgánico en los suelos y políticas de mitigación y adaptación en la agricultura.

A manera de síntesis histórica (cronológica), se muestra en la figura 1 una cuantificación anual de la presentación de resultados (publicaciones revistas, libros, capítulos de libros, ponencias en eventos científicos, literatura gris) en ciencia del cambio climático en Venezuela, para un total de 515 aportes contabilizados entre 1989 y 2019 (31 años).

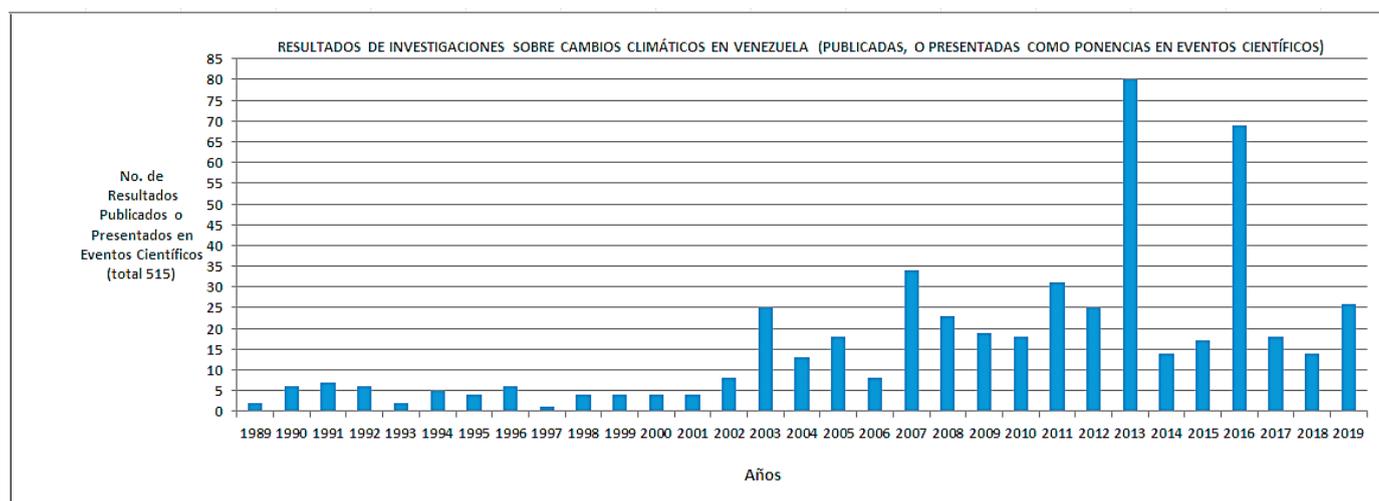


FIGURA 1

Evolución temporal del número de presentaciones de resultados de investigación sobre cambio climático en Venezuela, período 1989-2019

Si se tomara la figura 1 como único criterio el número de presentaciones de resultados por año, para identificar etapas en la historia de la ciencia del cambio climático en Venezuela, a diferencia de la periodización utilizada previamente, que incluyó de acuerdo a lo señalado en la sección de método criterios adicionales para la identificación de etapas, se podría identificar más bien un primer lapso que va desde finales de la década de los años 80 (1989) hasta el año 2002, un segundo lapso del 2003 hasta el 2012, y un tercer y último lapso entre los años 2013 y 2019, en el cual se destacan los años 2013 y 2016, con un notable aumento (80 y 68 presentación de resultados de investigación, respectivamente). Esto último está asociado al efecto de estímulo de los dos primeros simposios nacionales sobre cambio climático promovidos por la ACFIMAN.

DISCUSIÓN

En el presente trabajo se identificó un origen o inicio histórico de las investigaciones en cambio climático en Venezuela más lejano en el tiempo, al comparar con el hasta ahora señalado en la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (MARNR, 2005) o en el Primer Reporte Académico sobre Cambio Climático (PRACC) en el país (ACFIMAN-SACC, 2018), ya que el primer estudio de este tipo en nuestro país como se pudo detectar en nuestra investigación, comenzó en el año 1986 (realizado por la UDO y la NOAA sobre efectos del incremento del nivel del mar en nuestras costas) y no a finales de la década de los años 80 (1989, con las investigaciones del Proyecto PAN-EARTH, tal como se señala en ambas publicaciones). Este hallazgo, sin embargo, podría ser modificado si en nuevas indagaciones sobre la ciencia del cambio climático en Venezuela se logra identificar un inicio de las investigaciones aún más lejano en el tiempo, lo cual resultaría en una contribución útil en relación a estudios históricos nacionales de dicha ciencia.

La historia de las investigaciones nacionales en cambio climático, de acuerdo a los diferentes estudios reseñados en el presente trabajo, nos muestra en relación a escenarios de cambio de precipitación para el país, importantes divergencias que han llegado hasta la actualidad, ya que si bien en las dos Comunicaciones Nacionales se ha planteado una posible disminución futura de las precipitaciones en

la mayor parte de Venezuela (y este es el comportamiento real observado hasta ahora), se identificaron trabajos en que los escenarios de cambio implicarían más bien un aumento de precipitación, tal como vimos fue propuesto tanto en investigaciones tempranas del proyecto PAN- EARTH (PAN-EARTH, 1990; Robock *et al.*, 1993 y Andressen *et al.*, 1996), o las realizadas posteriormente por Escorche *et al.* (2007). Este tipo de incertidumbre respecto al futuro de las precipitaciones en Venezuela, también ha sido planteado como situación actual (estado del arte) en el Primer Reporte Académico sobre cambio Climático (PRACC) en Venezuela (ACFIMAN-SACC, 2018). Esta situación implica como reto de abordaje temático y de necesidad de generar conocimiento para nuestro país, pero como solución temporal a las incertidumbres señaladas, y más a la luz de lo planteado por el IPCC (2014) respecto a una plausible mayor frecuencia futura de eventos extremos de pluviosidad a nivel global, la prioridad de realizar estudios de impacto en donde se evalúen las consecuencias potenciales de escenarios de precipitación que combinen años muy secos, con otros muy pluviosos, respecto a años promedios, y en el caso de los escenarios de mayor sequía, considerar también la eventual ocurrencia de precipitaciones de gran intensidad en los meses de mayor pluviosidad, para así evaluar diferentes alternativas de medidas de adaptación con visión preventiva.

Respecto a los escenarios del elemento temperatura del aire, las investigaciones identificadas en el presente trabajo muestran que históricamente ha habido mucha mayor coincidencia entre las propuestas de diferentes grupos de investigadores (todos los escenarios proponen aumentos de temperatura, en congruencia con la hipótesis sobre un calentamiento global), resultando significativo el que ya se haya detectado en el país a partir del análisis estadístico de registros históricos incrementos térmicos que para la primera mitad del presente siglo han alcanzado unos 3.2 grados en las temperaturas mínimas nocturnas (dato señalado en la Primera Comunicación Nacional del año 2005), en congruencia por cierto con un calentamiento de la atmósfera terrestre causado por un incremento de gases de efecto invernadero. Sin embargo, y a pesar de que tal aumento térmico debería haberse traducido en una disminución de rendimiento en cultivos estratégicos como el maíz, en la primera década del presente siglo, datos de productividad aportados por Segovia y Alfaro (2009) indican más bien un incremento que debería ser investigado, pero aún no se ha hecho, para determinar si factores como por ejemplo los tipos específicos de cultivares sembrados en su momento, y su potencial resistencia a ambientes con altas temperaturas mínimas (por encima de los óptimos para otros tipos de maíces), o las prácticas agronómicas aplicadas, o una combinación de ambos factores, así como posibles efectos positivos adicionales como el incremento real en las concentraciones de CO₂ atmosférico, al menos en la eficiencia de uso de agua, puedan ayudar a explicar los incrementos de productividad observados, lo que nos permitiría a su vez tener ya ejemplos de posibles cultivares y estrategias agronómicas exitosas para enfrentar de manera concreta el cambio climático en el país, ya que promueven nuestra seguridad y soberanía alimentaria. Este tipo de investigación, con datos reales de productividad relacionados con incrementos térmicos ya ocurridos en el país, debería ser también realizado utilizando como complemento modelaje y simulación, para el caso de otros cultivos estratégicos como el arroz y las caraotas, en las cuales, por cierto, el efecto de un incremento de CO₂, por tener ambos cultivos mecanismo fotosintético tipo C₃, debería ser aún más beneficioso en términos de rendimiento al comparar con el maíz (cultivo tipo C₄). En consecuencia, estimamos que este es otro importante reto de generación de conocimiento pendiente de abordar en Venezuela, en materia de cambio climático y agricultura, debido a su importancia para diseñar estrategias de adaptación que promuevan nuestra seguridad y soberanía alimentaria, y que al menos, en parte, están también en concordancia con planteamientos ya hechos por importantes investigadores venezolanos como Medina *et al.*, 2015.

El presente trabajo también ha detectado que en más de 30 años de investigaciones sobre cambio climático en Venezuela la mayoría se orientan al estudio del impacto en nuestra seguridad alimentaria, con evidente menor atención a la relación cambio climático-soberanía alimentaria, que también es importante por su significado estratégico (geopolítico) para el país. De la misma forma, se requiere actualizar los estudios que con visión geopolítica se realizaron a inicios de la década de los años noventa por el Proyecto PAN-EARTH, sobre posibles impactos en la agricultura de países desde los cuales tradicionalmente importamos o podríamos importar a futuro alimentos, ya que su capacidad de producir para la exportación podría verse seriamente limitada por efecto de los cambios de clima. La importancia de este tipo de estudio radica en que son relevantes no solo para tratar de responder a nuestras necesidades de seguridad alimentaria sino también de promover soberanía alimentaria aún bajo condiciones de cambio climático.

En Venezuela de acuerdo a nuestros resultados se evidencia también la necesidad de pasar de evaluaciones de impactos potenciales del cambio climático, es decir, sin considerar el efecto positivo de posibles medidas de adaptación, tales como las que hasta ahora se han desarrollado preferentemente en el país, a evaluaciones de lo que se conoce como impactos residuales (investigaciones sobre reducción de impactos potenciales por efecto positivo de medidas de adaptación). En este caso vimos que ya se han expuesto en Venezuela, en el presente siglo, ejemplos de posibles medidas de adaptación en agricultura, tal como las propuestas por Ovalles *et al.* (2005), Rodríguez *et al.* (2011) y Rodríguez (2014), o en el caso del impacto potencial de incrementos del nivel del mar en zonas costeras por Olivo *et al.* (2012). Adicionalmente se infiere de nuestros resultados la necesidad de desarrollar modelos de simulación con los cuales se puedan evaluar de antemano los efectos positivos (reducción de impactos potenciales) de tales medidas o de otras que se diseñen, ya que en términos de adaptación planificada (no reactiva, aplicable a sistemas humanos) no es conveniente esperar a que los cambios climáticos se presenten sin tener las respectivas y necesarias previsiones. Es de destacar que este tipo de estrategia ha sido abordada a nivel internacional, y como ejemplo que estimamos aplicable al caso venezolano, pero aún no históricamente aprovechado o concretado, con sistemas de modelaje y simulación de tipo multiagente, con base, por ejemplo, en enfoques como los propuestos por Bommel y colaboradores (2015 y 2018) con el sistema CORMAS (en inglés Common Pool Resources and Multi-Agent Systems), los cuales permiten además una amplia participación de posibles afectados de manera directa por dichos cambios (el caso de la agricultura, participación de agricultores y ganaderos), tanto en el desarrollo los modelos (verificación, calibración y validación), como en las simulaciones de impacto como tal. En este caso, las estrategias de adaptación propuestas de manera directa por los propios agricultores, ante la posibilidad de diversos escenarios de cambios climáticos, se pueden comparar para fines de validación con la que resultan de utilizar los modelos de simulación multiagente.

Conviene igualmente agregar, a propósito de lo planteado como recomendación en el párrafo anterior, que el hecho de que no existan hasta ahora en el país casi investigaciones en donde se integre bajo enfoques participativos los saberes de los potencialmente afectados por el cambio climático, por ejemplo, por los agricultores y ganaderos venezolanos, con el conocimiento científico relativo al tema, implica o significa también el reto de promover de manera decidida este tipo de enfoques, en congruencia con los planteamientos de pensadores como Funtowicz y Ravetz (1993). Es decir, nuestra ciencia del cambio climático nacional debemos aún desarrollarla como ciencia posnormal, o como se ha denominado, ciencia con la gente (y no solo como ciencia para la gente), lo cual es ampliamente recomendable en la solución de problemáticas en las que la ciudadanía de cada país debe colaborar (integrarse y participar) para poder lograr adecuados niveles de adaptación al cambio climático.

De la historia y situación actual de las investigaciones en cambio climático en Venezuela, resalta también la necesidad de promover investigaciones sobre implicaciones geopolíticas de los cambios climáticos en el país, y sobre todo tomando en cuenta los recurrentes fracasos de las conferencias de las partes (COP, emisiones de gases de invernadero siguen aumentando) y el papel de nuestro país como importante productor mundial de petróleo y el tener, con una localización geográfica estratégica, respecto a los centros de consumo mundial de petróleo, las mayores reservas probadas de hidrocarburos del planeta. En este tema geopolítico conviene también evaluar posibilidades y consecuencias de un incremento de conflictos (guerras) entre países, a causa de los cambios climáticos, debido a mayores necesidades futuras de acceso y control por potencias militares a recursos naturales estratégicos como los que cuenta Venezuela.

Al igual que lo planteado en el PRACC del año 2018 (AFICMAN-SACC, 2018), los resultados del presente trabajo confirman la necesidad de que la producción científica generada hasta ahora en el país (como hemos visto al menos unas 515 contribuciones científicas en más de 30 de investigaciones), se incluya de forma más decidida como apoyo a la elaboración de las comunicaciones nacionales, y especialmente los producidos por las investigaciones más recientes (ya habiendo sido publicada una segunda comunicación en el año 2017, sería entonces a partir de la tercera comunicación).

Se infiere también la necesidad, además, de un mayor apoyo por parte del Estado venezolano para que la academia venezolana (instituciones e investigadores) pueda superar la severa crisis que ha venido afectándola en los últimos años (desmejoramiento de la calidad de vida de los investigadores con la consecuente emigración a otros países y desestructuración interinstitucional). En tal sentido, es prioritario que se ayude a consolidar a los nuevos grupos de investigación que han surgido en la última etapa de la ciencia del cambio climático en Venezuela (los más vulnerables por ser investigadores jóvenes), a los fines que se pueda dar continuidad a sus investigaciones. En este caso se requiere apoyo para concretar programas específicos de posgrado (especialización, maestría y doctorado) en el tema del cambio climático, ya que hasta ahora no existen de manera específica en Venezuela.

En general, si se toma en cuenta el origen de los trabajos sobre cambio climático en América Latina, encontramos que históricamente Venezuela parece ser el país de la región en donde más temprano (en 1986) se iniciaron las investigaciones. No obstante, su primera comunicación nacional como se vio, se vino a publicar con retraso en 2005 (se esperaba para 1996, lo que representa un retraso de 9 años respecto al compromisos adquiridos por el país en la CMNUCC), mientras que la segunda fue publicada en 2017 (de nuevo y aún con mayor atraso, 12 años respecto a la primera). En este sentido, un país como México para 2017 ya llevaba publicadas seis comunicaciones (líder en nuestro continente), Uruguay cuatro y países como Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, Nicaragua, Panamá, Paraguay y Perú tres.

Para finalizar, y respecto a las limitaciones del presente trabajo, es posible por supuesto que se logren identificar en estudios posteriores nueva información sobre la producción científica en la historia de nuestra ciencia del cambio climático, que permitan inclusive encontrar indicios de inicios aún más lejanos en el tiempo del comienzo de las investigaciones. Igualmente, debido a lo complejo que es el estudio de cualquier ciencia, pero en especial el de una que aborda problemas cruciales que debe enfrentar la humanidad entera, a nivel planetario, y de forma interdisciplinaria e intergubernamental (internacional), tal como es la ciencia del cambio climático, se deberán ir agregando en estudios posteriores aspectos de interés no abordados en el presente trabajo, tales como procesos sociales favorables a la producción de conocimiento (por ejemplo, procesos de coautoría y conformación de grupos de investigación, procesos de citación), fuentes de financiamiento, necesidades de infraestructura y equipamiento, evaluación de la institucionalidad, basamentos y requerimientos

legales, relaciones internacionales y geopolítica, entre otros aspectos necesarios de ser considerados con suficiente detalle.

AGRADECIMIENTOS

A nuestras Instituciones académicas de afiliación, por el apoyo recibido para llevar a cabo con éxito la investigación que ha dado origen al presente artículo, y a los evaluadores del trabajo por sus observaciones y sugerencia al promover tanto una reflexión en los coautores sobre la historia de la ciencia del cambio climático en Venezuela, como un mejoramiento de forma y de fondo de la versión del artículo inicialmente enviada a la Revista Terra Nueva Etapa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, M. (1989). Biological Effect of Global Climate Change in Venezuela. Pan-Earth Report. Conference Presented at Pan Earth Sub Saharan Africa Workshop. Saly. Senegal, 238 p. Disponible en: https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc501423/m2/1/high_res_d/pan-earth-project-89-90.pdf. Consultado: 2018, diciembre 12.
- ACEVEDO, M., ANDRESSEN, R., JAIMEZ, R., LA CRUZ, L., y MAYTÍN, C. (1991). Impactos Potenciales de los Cambios Climáticos Globales en los Sistemas Agrícolas y en los Ecosistemas Terrestres de Venezuela. Resultados Preliminares. Grupo Interinstitucional de Cambios Climáticos del MARNR. Reporte Preparado por PAN-EARTH Venezuela, 198 p. Disponible en: <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc499078/m1/> Consultado: 2018, diciembre 12.
- ACEVEDO, M., JAIMEZ, R., MAYTÍN, C. y TONELLA, G (1995). Evaluación de los impactos potenciales de cambios climáticos inducidos por efecto invernadero y por la deforestación sobre el cultivo de maíz y caraota en Venezuela. *Ecotrópicos*, vol 8. 39-52. Disponible en: <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/ecotropicos/article/view/10289>. Consultado: 2019, enero 05.
- ACFIMAN-SACC, 2018: “Primer Reporte Académico de Cambio Climático 2018: Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Primer Reporte Académico de Cambio Climático (PRACC) de la Secretaría Académica de Cambio Climático (SACC) de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (ACFIMAN) de Venezuela”. [Villamizar, A., E. Buroz Castillo, R. Lairret Centeno, & J. A. Gómez (Eds.)]. EDICIONES ACFIMAN – CITECI. Caracas, 455 p. Disponible en: http://appportal.rect.ucv.ve/vrac_pasantias/vrac_ucv/documentos/PRACC%2023_01_2018.pdf. Consultado: 2019, abril 11.
- ANDRESSEN, R., A. ROBOCK y ACEVEDO, M. (1996). Escenarios de cambio climático por efecto invernadero y deforestación para Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*, 37: 221-249.
- ANDRESSEN, R y RINCÓN, B. (1992). Consecuencias hidrológicas del Efecto Invernadero en una cuenca perhúmeda tropical (Río Catatumbo). En *Memorias del IV Encuentro Nacional de Clima, Agua y Tierra*. Caracas, 213-220 pp.
- ANDRESSEN, R y RINCÓN (1999). Posibles efectos de los cambios climáticos sobre la hidrología de tres cuencas hidrográficas del occidente de Venezuela. En *Memorias del Primer Congreso de Meteorología Tropical*, La Habana, Cuba.
- APARICIO, R (1990). Changes in the sea levels in the Caribbean. PAN-EARTH Project, Venezuela case study. International workshop on climate variability and climate change in Venezuela and the Caribbean Region, Mérida, estado Mérida, Venezuela, 61 p. Disponible en: <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc501421/>. Consultado: 2019, abril 21.

- ARISMENDI, J. & VOLONTE, C. (1992). The impact of sea level rise on the coastline of Venezuela. In: Global climate change and the rising challenge of the sea. Proceedings of the International Workshop held on Isla de Margarita, Venezuela. Coastal Zone Management Subgroup, Response Strategies Working Group, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 453-472 pp.
- BOMMEL P., BÉCU N., LE PAGE, C. y BOUSQUET, F. (2015). CORMAS, una plataforma de simulación basada en agentes para acoplar decisiones humanas con dinámicas computarizadas. En: Simulación y juegos en la sociedad de la red, Singapur: Ed. T. Kaneda, H. Kanegae, Y. Toyoda y P. Rizzi. *Springer*, vol 9 de la serie Translational Systems Sciences, 387-410 pp. Disponible en: <http://cormas.cirad.fr/pdf/CormasforIsaga2015.pdf>. Consultado: 2020, abril 21.
- BOMMEL, P., BECU, N., BONTE, BRUNO., DELAY, E., LE PAGE, C., MORALES, H., PAPOULIAS, N. & STINCKWICH, S. (2018). CORMAS, a participatory and interdisciplinary Agent Based Simulation Platform. European Smalltalk User Group (ESUG). Cagliari, Italia, 10 Septiembre. s.n. Disponible en: <http://agritrop.cirad.fr/589018/>. Consultado: 2020, abril 21.
- CÁRDENAS, P. y ALONSO, R. (2003). Variaciones de la Temperatura del Aire en Venezuela. Proyecto MARNPNUD VEN/00/G31. Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela. Caracas, 143 p. Disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/natc/vennc01.pdf>. Consultado: 2019, febrero 18.
- CÁRDENAS, P. y DE GRAZY, Y. E. (2003). Tendencia a largo plazo en la Precipitación para Venezuela. Proyecto MARNPNUD VEN/00/G31. Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela. Caracas, 143 p. Disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/natc/vennc01.pdf>. Consultado: 2019, febrero 18.
- CÁRDENAS, P. y CARMELO GIL (2003). Impacto de los eventos El Niño Oscilación del Sur en Venezuela. Proyecto MARNPNUD VEN/00/G31. Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela. Caracas, 143 p. Disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/natc/vennc01.pdf>. Consultado: 2019, febrero 18.
- COUGHENOUR, M.B. (1992). Spatial modeling and landscape characterization of an African pastoral ecosystem: a prototype model and its potential use for monitoring drought. In *Ecological Indicators*. New York: Ed D.H. McKenzie, D.E. Hyatt and V.J. McDonald. Elsevier. Applied Science, 1: 787–810 pp.
- DE BISBAL, E. y JUAN COMERMA (1991). El modelo Ceres-Maíz como herramienta para estimar el impacto de los cambios climáticos en la producción de maíz en Venezuela. En: *Memorias del Primer Congreso Venezolano de Ecología*. Universidad Simón Bolívar. Caracas. Disponible en: <http://svceologia.org/site/wp-content/uploads/2018/12/docs/I-CVE-Sartenejas-1991-RESUMENES.pdf>. Consultado: 2018, octubre 25.
- DÍAZ, E. (1992). Gestión de costas en Venezuela. In: Global Climate Change and the Rising Challenge of the Sea. Proceeding of the International Workshop held on Margarita Island. Coastal zone management subgroup Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 473-482 pp.
- DUQUE, R., HENAO, A., y ANDRESSEN, R. (2004). Análisis de los posibles impactos de los cambios climáticos sobre los recursos hídricos en Venezuela. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial CIDIAT. Mérida, Venezuela. Proyecto MARNPNUD VEN/00/G31. Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela, Caracas, 143 p. Disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/natc/vennc01.pdf>. Consultado: 2019, abril 11.
- ESCORCHE, A., RODRÍGUEZ, C., ROJAS, I y POLANCO, M (2007). Escenarios de cambios climáticos en Venezuela para el siglo XXI. Tesis de grado (Geógrafo). Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Escuela de Geografía. Mérida, estado Mérida, Venezuela.

- FUNTOWICZ, S., y RAVETZ (1993). Science for the postnormal age. *Future*, 739-755 Disponible en: <https://economiaecologicaunam.files.wordpress.com/2015/09/2000-funtowicz-y-ravetz-la-ciencia-posnormal.pdf>. Consultado: 2020, enero 15.
- IPCC (2014). Cambio Climático 2014. Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 p. Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf. Consultado: 2019, octubre 22.
- JAIMES, R. (1991). Impacto de cambio climático por efecto invernadero en el cultivo de la caraota en Venezuela. Avance de trabajo presentado en el Taller sobre Evaluación de Impactos de Cambios Climáticos sobre el Sistema Agrícola Venezolano. Proyecto PAN-EARTH Caso de Estudio Venezuela. Choroní, Estado Aragua, Venezuela. 29 p. Disponible en: <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc501403/>. Consultado: 2018, noviembre 20.
- JAIMES, R., TONELLA, G. y ACEVEDO, M (1993). Modelando el impacto de cambios climáticos sobre la producción de caraotas en algunas localidades del centro occidente de Venezuela. *Revista Forestal Latinoamericana*. 19: 9-38.
- MANABE, S. y WETHERALD, R. T. (1967). Thermal Equilibrium of the Atmosphere with a Given Distribution of Relative Humidity. *Journal of the Atmospheric Sciences*, vol 24. 3: 241-259. Disponible en: <https://journals.ametsoc.org/jas/article/24/3/241/17328/Thermal-Equilibrium-of-the-Atmosphere-with-a-Given>. Consultado: 2019, noviembre 06.
- MARNR/MEM (1996). Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar originado por el Cambio Climático global. Caso estudio Venezuela (Financiado por el United States Country Studies Program). Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, Venezuela, 130 p.
- MARNR/PNUMA/GEF (1996). Inventario de Emisión de Gases de Efecto Invernadero Caso estudio Venezuela (Financiado por el United States Country Studies Program). Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, Venezuela, 188 p.
- MARNR (1996). Evaluación de los impactos del cambio climático en la costa venezolana por efecto del aumento en el nivel del mar. MARNR-US Wild Life Service.
- MARNR (2005). Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Fondo Mundial para el Medio Ambiente. Caracas, 143 p. Disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/natc/vennc01.pdf>. Consultado: 2019, julio 04.
- MARTELO, M. T. y ROJAS, M. (2000). Estudio sobre la posible influencia del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) sobre el clima de los Llanos en Venezuela. Reunión de Expertos de las Asociaciones regionales AR-III y AR-IV sobre Fenómenos Adversos, Anexo VI, 139–146.
- MARTELO, M. (2003). Metodología para la Selección de Modelos de Circulación General de la Atmósfera y Escenarios Climáticos. Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela. Proyecto MARN-PNUD VEN/00/G31, Caracas, 143 p. Disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/natc/vennc01.pdf>. Consultado: 2019, junio 07.
- MARTELO, M. (2004). Consecuencias ambientales generales del cambio climático en Venezuela. Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela. Proyecto MARN – PNUD VEN/00/G31. Caracas, 143 p. Disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/natc/vennc01.pdf>. Consultado: 2019, junio 07.
- MAYTÍN, C. (1991). Impacto de Cambios Climáticos por Efecto Invernadero o Deforestación de Bosques Amazónicos sobre la Fenología y Producción del Maíz Híbrido Ceniap PB-8 en Barinas y Turén. Trabajo Especial de Maestría. Universidad de Los Andes, 135 p.

- MAYTÍN, C., AZÓCAR, A., RADA, F., ZUVIA, M Y HÉTIER, J. M. (1991a). Determinación de parámetros del balance hídrico para el modelo Ceres-Maíz. En Memorias del I Congreso Venezolano de Ecología. Univ. Simón Bolívar, Caracas. Disponible en: <http://svecologia.org/site/wp-content/uploads/2018/12/docs/I-CVE-Sartenejas-1991-RESUMENES.pdf>. Consultado: 2018, noviembre 21.
- MAYTÍN C., ACEVEDO, M., ANDRESSEN, R., AZÓCAR, A; ROBOCK, A Y HARWELL, M. (1991b). Impacto de cambios climáticos por efecto invernadero sobre los maíces híbridos CENIAP PB-8 y OBREGÓN en Barinas, Turén y Yaritagua. En Memorias del I Congreso Venezolano de Ecología. Univ. Simón Bolívar, Caracas. Disponible en: <http://svecologia.org/site/wp-content/uploads/2018/12/docs/I-CVE-Sartenejas-1991-RESUMENES.pdf>. Consultado: 2018, diciembre 12.
- MAYTÍN, C. y ANDRESSEN, R (1992). Impacto de cambios climáticos en el balance hídrico de la estación Barinas Aeropuerto. En Memorias del IV Encuentro Nacional de Clima, Agua y Tierra. 23-26 marzo. Colegio de Ingenieros de Venezuela, Caracas.
- MAYTÍN, C., COUGHENOUR, M. y ACEVEDO, M. (1994). Calibración de un modelo de sabanas a nivel de paisajes en la Estación Biológica de Los Llanos. Venezuela. En Memorias del II Congreso Venezolano de Ecología. Guanare, Estado Portuguesa, Venezuela. Disponible en: <http://svecologia.org/site/wp-content/uploads/2018/12/docs/II-CVE-Guanare-1994-PROGRAMA-y-RESUMENES.pdf>. Consultado: 2019, enero 06.
- MAYTÍN, C., RODRÍGUEZ, M., ANDRESSEN, R. y ACEVEDO, M (1994). Impacto de cambios climáticos en la productividad primaria neta de ecosistemas terrestres en Venezuela. En Memorias del II Congreso Venezolano de Ecología. Guanare, Estado Portuguesa, Venezuela. Disponible en: <http://svecologia.org/site/wp-content/uploads/2018/12/docs/II-CVE-Guanare-1994-PROGRAMA-y-RESUMENES.pdf>. Consultado: 2019, enero 06.
- MAYTIN, C; ACEVEDO, M; R. JAIMEZ, R; ANDRESSEN, R; HARWELL, M; ROBOCK A & AZÓCAR, A (1995). Potential effects of global climatic change on the phenology and yield of maize in Venezuela. A report of the PAN-EARTH Project, Venezuela Case Study. *Climatic Change*, 29: 189-211. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01094016>. Consultado: 2019, enero 06.
- MEDINA, E., VELÁZQUEZ, G., y HERNÁNDEZ, I. (2015). Impacto del calentamiento global y enriquecimiento atmosférico de CO₂ sobre cultivos tropicales: la perspectiva para Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (UCV)*, vol 42. 1: 25-37. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/306013946_Impacto_del_calentamiento_global_y_enriquecimiento_atmosferico_de_CO2_sobre_cultivos_tropicales_la_perspectiva_para_Venezuela. Consultado: 2019, marzo 11.
- OLIVO, M. y PERDOMO, M. (1996). Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar originado por el cambio climático global; Venezuela. Informe mimeografiado de caso de estudio Venezuela sobre Cambios Climáticos. MARNR, MEM. USCSP. Caracas.
- OLIVO, M. (1997) Assessment of the Vulnerability of Venezuela to Sea Level Rise. *Climate Res.* 9: 57-65. Disponible en: <https://www.int-res.com/articles/cr/9/c009p057.pdf>. Consultado: 2019, mayo 15.
- OLIVO, M. (1999). Impactos de los Cambios Climáticos en Aspectos Socioecológicos de Zona Costera Oriental. Trabajo de Ascenso. Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Universidad Central de Venezuela, 122 pp.

- OLIVO, M. DE L., LETTHERNY, E., RAMOS, C. P., y SOSA, M. (2001). Pérdidas de tierra en la costa venezolana debido al incremento del nivel del mar. *Interciencia*, vol 26. 10: 463–468. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442001001000007. Consultado: 2019, mayo 15.
- OLIVO, M., SÁEZ-SÁEZ, V., MARTÍN, A y ALEJANDRA SOTO (2012). Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar: estrategias de adaptación en el área cabo Codera-laguna de Tacarigua, estado Miranda, Venezuela. *Terra Nueva Etapa*, vol XXVIII. 43: 45-70. Disponible en: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_terr/article/view/2935/2806. Consultado: 2019, mayo 15.
- OVALLES, F., CABRERA, E., CORTÉZ, A., RODRÍGUEZ, M. y REY, J.C. (2005). Formulación de lineamientos generales para un programa de adaptación a los posibles impactos de los cambios climáticos sobre el sector agrícola en Venezuela, considerando tres escenarios (2015, 2040 y 2060). Proyecto MARN–PNUD VEN/00/G31. Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela. Caracas, 143 p. Disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/natc/vennc01.pdf>. Consultado: 2019, mayo 11.
- PAN-EARTH PROJECT (1990a). Venezuela case study. PAN-EARH/FONAIAP Workshop of crop model training and calibration. Maracay, estado Aragua, Venezuela, November 1989, 37 pp.
- PAN-EARTH PROJECT--CENTRO DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL CLIMA TROPICAL CEACT (1990b). Report of Venezuela case study: International workshop on climate variability and climate change in Venezuela and the Caribbean Region. Mérida, estado Mérida, Venezuela. Disponible en: <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc501421/>. Consultado: 2019, enero 12.
- PAN-EARTH PROYECTO (1991). Summary of Annual Report 1989-1990. Global Environmental Program Cornell University. 14 pp.
- PERDOMO, M., OLIVO, M., BONDUKI, Y. & MATA, L. J. (1996). Vulnerability and Adaptation Assessments for Venezuela. In: *Vulnerability and Adaptation to Climate Change*. Ed. J. B. Smith et al., 347-366 pp. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-3653-4_17. [Consultado: 2019, agosto 22].
- PUCHE, M., SILVA, O. y WARNOCK, R. (2004). Evaluación del efecto del cambio climático sobre cultivos anuales en Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Postgrado en Agronomía, Programa de Modelos Agroambientales. Proyecto MARN– PNUD VEN/00/G31. Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela. Maracay, ESTADO Aragua. Venezuela. Disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/natc/vennc01.pdf>. Consultado: 2019, abril 11.
- REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA (2017). Segunda Comunicación Nacional en Cambio Climático de la república Bolivariana de Venezuela. Ministerio del Ecosocialismo y Aguas (MINEA) y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Caracas. Disponible en: <http://www.inameh.gob.ve/web/PDF/Segunda-Comunicaci%C3%B3n-sobre-Cambio-Clim%C3%A1tico-I.pdf>. Consultado: 2019, enero 16.
- ROA, M. (1991). Coastal Morphology and Sea- Level Rise Consequences in Venezuela. International Sea-Level Rise Studies Project. Institute of Marine and Coastal Sciences. The State University of New Jersey. Rutgers. New Brunswick, 24 p.
- ROBOCK, A., TURCO, P., HARWELL, M., ACKERMAN, T., ANDRESSEN. R., HSIN-SHIH CHANG & SIVAKUMAR, M. V. K. (1993). Use of General Circulation Model Output in the Creation of Climate Change Scenarios for Impact Analysis. *Climatic Change*, 23: 293-335. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01091621>. Consultado: 2019, enero 16.

- RODRÍGUEZ, R., SÁNCHEZ, J., CASTILLO, R., KOWALSKI, A. & RIESTRA, L. (2011). Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Agrícola. Proyecto 74865-DAS Total. Fundación NADBIO y Fundación para el Desarrollo de la Biotecnología.
- RODRÍGUEZ, R. (2014). Formulación de Planes de Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agrícola. Primera Edición. Caracas. República Bolivariana de Venezuela. Embajada Británica. Fondo de Cooperación Bilateral. Ediciones Fundación Buria, 53 p. Disponible en: http://musguito.net.ve/cambio_climatico/Formulacion_Planes_Adaptacion_Cambio_Climatico_Sector_Agricola-Rafael_Rodriguez.pdf. Consultado: 2019, septiembre 21.
- SÁNCHEZ, J. C. (2004). Opciones de Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Venezuela. Proyecto MARNPNUD VEN/00/G31 Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela Caracas, Venezuela, 50 p. Disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/natc/vennc01.pdf>. Consultado: 2019, abril 11.
- SEGOVIA V. y ALFARO, Y. (2009). El maíz: un rubro estratégico para la soberanía agroalimentaria de los venezolanos. *Agronomía Trop.* v.59 n.3 Maracay sep. 2009. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2009000300001 Consultado: "2021, abril 05.
- SISO, E., ARIAS, A. y SÁEZ-SÁEZ, V. (2017). Información, difusión y articulación. Una propuesta para abordar el cambio climático en Venezuela. *Terra Nueva Etapa*, vol XXXIII. 54: 107-126. Disponible en: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_terr/article/view/14433. Consultado: 2019, abril 03.
- VOLONTE, C. y ARISMENDI, J. (1995). Sea level rise and Venezuela: potential impacts and responses. *Journal of Coastal Research* SI 14: 285-302. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/25735713?seq=1>. Consultado: 2019, enero 15.