



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*



IBERO-AMERICAN PROGRAMME FOR SCIENCE, TECHNOLOGY AND DEVELOPMENT
IBERO-AMERICAN NETWORK OF BIOECONOMICS AND CLMATE CHANGE



4.1 Climate Change impact on agrarian production: A case of traditional instruments application for measuring agricultural economic.

Carlos Alberto Zúñiga González, Ph.D.^{*}, Raúl A. Rangel Cura, M.Sc.[†], Noel Blanco Roa, Ph.D.[‡], Ariel José Aguilar[§], Ph.D., Wilber Salazar Antón, Ph.D.^{**}, Adelfa Patricia Colón García, M.Sc.^{††}, Doctorando Álvaro José Caballero Hernández^{‡‡}.

Abstract

The article was focused in a methodology review used for measuring the climate change impact on the production system economic. On the study was considered the scientific and economic models used on climate change variations for production system productivity. Forwards, models, methods, and techniques were analyzed to evaluate the economic climate change. Finally, the Cuba case was presented where we were making an economic evaluation with mitigation and politic save and rational use of the energy have a relationship.

Jel Classification: Q.16; Q:54; Q: 57

Keywords: Climate Change; Ecosystems; Production Systems; Economic measure

* Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Email: czuniga@ct.unanleon.edu.ni Phone: 505 84976448

† Instituto de Geografía Tropical, CITMA, CUBA. Email: raulr@geotech.cu

‡ Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Unidad de investigación Producción Animal. Email: nblanco@mv.unanleon.edu.ni Phone: 505 87363091

§ Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Unidad de investigación Acuicola y Responsable del Laboratorio de Fisiología Animal. Email: ajagui2002@yahoo.com Phone: 505 86238835

** Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Unidad de investigación Agrícola y Responsable del Laboratorio de Fitopatología. Email: wsalazar_a@yahoo.com Phone: 85152627

†† Universidad Nacional Autónoma de Honduras. CURLA. Email: ptycolon@gmail.com Phone:

‡‡ Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Unidad de Investigación Agrícola. Phone: Email: alvro_caballero@yahoo.es





PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO

RED IBEROAMERICANA DE BIOECONOMÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO



4.1 Impactos del cambio climático en la producción agraria: Un Caso de aplicación de Instrumentos tradicionales de medición en la economía agrícola

Carlos Alberto Zúñiga González, Ph.D.* , Raúl A. Rangel Cura, M.Sc.† , Noel Blanco Roa, Ph.D.‡ , Ariel José Aguilar, Ph.D.§ , Wilber Salazar Antón, Ph.D.** , Adelfa Patricia Colón García, M.Sc. †† , Doctorando Álvaro José Caballero Hernández††.

Resumen

El artículo se focalizó en revisar las metodologías utilizadas para medir el impacto del cambio climático en la economía de los sistemas de producción. En el estudio se consideraron el análisis de modelos científicos y económicos utilizados en la medición de los impactos de las variaciones del cambio climático en la productividad de los sistemas de producción. En tal sentido, se analizó los modelos, métodos y técnicas empleadas en la evaluación económica del cambio climático. Finalmente, se presentó el Caso de Cuba donde se hace una evaluación económica con opciones de mitigación y su vinculación con la política de ahorro y uso racional de la energía.

Jel Classification: Q.16; Q.54; Q: 57

Palabras Clave: Cambio climático; Ecosistemas; Sistemas de Producción; Medición Económica

* Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Email: czuniga@ct.unanleon.edu.ni Phone: 505 84976448

† Instituto de Geografía Tropical, CITMA, CUBA. Email: raulr@geotech.cu

‡ Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Unidad de investigación Producción Animal. Email: nblanco@mv.unanleon.edu.ni Phone: 505 87363091

§ Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Unidad de investigación Acuicola y Responsable del Laboratorio de Fisiología Animal. Email: ajagui2002@yahoo.com Phone: 505 86238835

** Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Unidad de investigación Agrícola y Responsable del Laboratorio de Fitopatología. Email: wsalazar_a@yahoo.com Phone: 85152627

†† Universidad Nacional Autónoma de Honduras. CURLA. Email: pttycolon@gmail.com Phone:

‡‡ Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Unidad de Investigación Agrícola. Phone: Email: alvro_caballero@yahoo.es



Introducción

Los impactos esperados del cambio climático sobre una economía pueden ser significativos, sobre todo si se tiene en cuenta que éste constituye un proceso irreversible, donde los efectos acumulativos de las emisiones pasadas juegan un rol protagónico en el presente y hacia futuro, y donde un grupo de países presentan una mayor vulnerabilidad para lograr adaptarse; de ahí que de continuar las actuales tendencias de emisiones de gases de efecto invernadero, dichos impactos se acentúen aún más.

Autores reconocidos como Galindo (2010, p. 385), plantean que «la cuantificación -de éstos impactos- es una tarea compleja ya que requiere combinar modelos científicos y económicos de manera consistente, generar escenarios económicos en un horizonte de tiempo muy amplio y reconocer, por tanto, la existencia de un margen de incertidumbre importante en los resultados obtenidos y la presencia de riesgos significativos que resultan particularmente difíciles de evaluar tales como la posible ocurrencia de eventos catastróficos o la irreversibilidad de la pérdida de especies»; algunos de los cuales no poseen un valor monetario pero que resultan fundamentales para garantizar la sostenibilidad de los ecosistemas que sustentan el actual patrón de desarrollo económico.

Otra complejidad inherente a una evaluación económica de los impactos del cambio climático, es la relacionada con la dificultad para diferenciar los efectos simultáneos que se dan en una economía y cuyo origen no es climático, sino que está asociado a factores socioeconómicos; como puede ser el caso de un descenso en los rendimientos de un cultivo en particular, que se deba en parte a un incremento de la temperatura y por otra a una incorrecta administración de las fuentes de agua, generando escasez para el riego. Con ello se quiere aclarar, por tanto, que no todos los impactos sobre una economía, son provocados por el cambio climático.

No obstante, a las adversidades planeadas, desde la óptica de las políticas públicas de enfrentamiento al cambio climático, así como para la sociedad en general; resulta un ejercicio particularmente útil, la cuantificación de los costos y beneficios asociados a la adaptación ante el cambio climático, dado que ello permite identificar opciones y alternativas, que contribuyen a establecer metas y estrategias de desarrollo lo más eficientes posibles.

De manera general, los costos del cambio climático son considerados como heterogéneos, no lineales y crecientes en el tiempo (Galindo, 2010). Ello quiere decir que se manifiestan de manera diferente en cada sector de la economía, región o época del año, y que al no adaptarnos, deben seguir una tendencia creciente en el tiempo. Además, los costos de los impactos climáticos incluyen por una parte, los costos de las pérdidas, y por otra, los costos asociados a los procesos de adaptación. Aún así, al tener en cuenta lo planteado por autores como Easterling et al. (1993), que estiman que con un proceso de adaptación correcto puede existir una reducción de los costos de los impactos económicos de 60%; se introduciría un nuevo elemento de análisis, el costo de la (no) adaptación, que no es más que el costo de oportunidad de adaptarse o no al cambio climático ante distintos escenarios. En este caso estaríamos en presencia de los costos de las pérdidas, los costos asociados al proceso de adaptación y los beneficios netos dejados de percibir por no adoptar a tiempo una estrategia de adaptación. Por tanto, los resultados de las estimaciones de costos y beneficios asociados al cambio climático, deben tomarse siempre como indicativos, que contribuyen al proceso de toma de decisiones y que sugieren las posibles trayectorias de adaptación ante las condiciones de incertidumbre que éste -el cambio climático- impone.

Entre las evaluaciones de costos del cambio climático a nivel mundial, sobresale la liderada por Stern (2007), quien incluso establece un horizonte temporal mucho más amplio (hasta el año 2200), e igualmente evalúa distintos escenarios.

Este análisis ilustra que incrementos futuros de emisiones y de temperaturas que generan mayores impactos e incertidumbre, particularmente considerando los impactos sociales y ambientales no reflejados en el mercado y aún difíciles de estimar. En este informe también se sugiere que el escenario de estabilización de emisiones más eficiente y más factible económicamente se ubica en 500 ppm de CO₂e, lo que implica, con probabilidad del 96%, que la temperatura excederá los 2 °C. Sin embargo, de no alcanzarse un acuerdo internacional y una reducción substantiva de las emisiones en el futuro inmediato, el escenario de 650 ppm sería el más probable. Este nivel de concentración es peligrosamente elevado porque podría desencadenar procesos y costos no-lineales y convexos que deben ser evitados a toda costa.

Frente a este reto, es útil contar con estimados de los costos de las consecuencias del cambio climático en un escenario de inacción frente a los costos de reducir emisiones. Stern (2007) estima que los costos de la inacción implican perder entre el 5% y el 20% del PIB mundial contra costos de mitigación de entre el -2% y el 5% del PIB y un promedio de 1%. Según este informe, los procesos de estabilización de las concentraciones de GEI son factibles con las tecnologías disponibles. Debe considerarse, sin embargo, que estas estimaciones dependen de decisiones y acciones de gobiernos y agentes económicos, donde un acuerdo internacional para reducir las emisiones de GEI sería clave.

Como se mencionó anteriormente, a estos estudios globales se les señalan omisiones de elementos que pueden resultar de interés a una escala mucho más detallada, o a nivel nacional, como puede ser el caso de los servicios ambientales sin valor de mercado, o los costos de eventos de baja probabilidad de ocurrencia pero con consecuencias desastrosas, resultando necesario su consideración en el largo plazo.

Si bien en la literatura abundan los estudios de caso sobre los costos del cambio climático a nivel mundial y por sectores, existen todavía pocos estudios a niveles regionales, nacionales o local, siendo esta última escala la menos favorecida. No obstante, con la creación del IPCC y los esfuerzos de cada país en lograr comunicaciones nacionales que logren adecuar metodológicamente estos resultados a las condiciones reales de cada país, se ha logrado una mejor aproximación a estimaciones más precisas.

Así, por ejemplo, en el área del caribe sobresalen los estudios de Bueno et al (2008) donde incluso se abordan elementos novedosos como son los costos de inacción, incluyendo resultados para Cuba; o en el propio caso cubano, donde se logró concluir en el 2012, la Segunda Comunicación a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (INSMET, 2012), liderada por el Instituto de Meteorología con la colaboración de varias instituciones científicas, y que tuvo entre otros antecedentes una Primera Comunicación Nacional. De esta manera, debe señalarse que desde hace ya alrededor de 20 años, que se vienen realizando estudios del clima y su variabilidad, en lo cual el INSMET y los centros meteorológicos provinciales han jugado un papel fundamental.

En el caso de los estudios sobre cambio climático, dada las múltiples aristas que éste involucra, se han sumado entonces investigadores, docentes y especialistas de diferentes centros con el fin de crear grupos

interdisciplinarios de trabajo sobre el tema. Siguiendo la misma estructura del IPCC, estos grupos se han concentrado mayormente en la búsqueda de patrones de comportamiento del clima acordes a la zona geográfica de Cuba, así como a modelar los posibles impactos y respuestas a éstos, ante diferentes escenarios. Así, sobresalen los trabajos de grupos como el de inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI), el de Mitigación o el grupo de Vulnerabilidad y Adaptación.

Efecto del Cambio Climático sobre la agricultura

Los efectos del cambio climático en los sistemas de producción agropecuario son evidentes por eventos extremos como la sequía, los ciclones tropicales, las lluvias intensas, aumento de temperatura que ocasionan desastres y pérdidas en los cultivos, los animales, el suelo, infraestructura y comunidades rurales (FAO 2009; Vázquez 2013; Altieri 2013). Principalmente en los países en subdesarrollos.

Según John y Thornton (2003) predicen una reducción general del 10% en la producción del maíz para el año 2055 en África y América Latina, con una pérdida equivalente \$ 2 billones de dólares al año, afectando directamente a 40 millones de personas en estos continentes. Pero los mismos autores enfatizan que estas pérdidas se intensificaran con al aumento de temperatura y reducción de la precipitaciones. Pero la situación se podría agravar en el bienestar de los agricultores de subsistencia, ya que solo la reducción de media a una tonelada de producción puede significar la diferencia entre la vida y la muerte (Rosenzweig y Hillel 2008; Altieri 2013).

II. Sobre los modelos, métodos y técnicas a emplear en la evaluación económica del cambio climático

La evidencia internacional sobre costos y beneficios del cambio climático es diversa y abarca una variedad de sectores o aspectos económicos. Los principales son agricultura, agua, bosques, biodiversidad, energía, salud, migración, elevación del nivel de mar y eventos extremos como huracanes. Las metodologías son diversas, desde modelos de valorización integrada, como el PAGE 2002, modelos de equilibrio general computable y los de enfoque sectorial. Cada modelo tiene diversas características, es utilizado para distintos propósitos y conduce a distintos resultados. Por ejemplo, los modelos de equilibrio general computable son comúnmente aplicados para identificar los cambios en el bienestar o la curva de costos

ante diversos procesos de mitigación. Sin embargo, cada modelo arroja diferentes estimaciones de costos.

Por su parte, en Galindo (2010) se plantea que los impactos del cambio climático en el sector agropecuario pueden simularse a través de diversos tipos de modelos tanto econométricos o de equilibrio general computable, mecánicos o experimentales.

En estos modelos se observa que la producción y los rendimientos de los cultivos dependen de un amplio conjunto de factores, además de los socioeconómicos, tales como las características del suelo (textura, fertilidad, pendiente) y los factores climáticos (lluvia y temperatura).

$$Y_t = F (X_t , K_t , A_t) \quad (1)$$

Donde Y_t representa al producto, X_t a los diferentes insumos tales como agua, pesticidas o fertilizantes, K_t es el capital que incluye el uso de diversas tecnologías, irrigación y la tierra entre otros factores, A_t representa al medio ambiente e incluye clima y las características del suelo. Desde luego, disponer de todo el conjunto de información que permita combinar los factores económicos y ambientales para los diferentes estados de un país resulta particularmente difícil.

Así, el modelo de función de producción agrícola puede ser expresado de acuerdo a la ecuación (2). Las variables exógenas pueden incluir al clima, a la cuota de agua de riego y las variables económicas incluyen mano de obra, capital, semilla, fertilizantes y otros insumos. La función de producción se define entonces como:

$$Y_j (z, m, x_j), j = 1, 2, \dots, n \text{ cultivos} \quad (2)$$

Donde Y_j es la función de producción, z es el vector de variables climáticas, m es un vector de características exógenas y x_j es un vector de insumos del cultivo j ; x_j puede ser expresado en el óptimo como $x_j = x_j(z, m)$. Los coeficientes estimados para cada variable ayudan entonces a predecir los cambios en producción bajo escenarios alternativos de cambio climático y la forma no lineal refleja una trayectoria óptima sobre la producción. Así, un coeficiente positivo para el término lineal y uno negativo para el término cuadrático indica que la temperatura tiene efectos positivos sobre la producción para después, paulatinamente, incidir negativamente.

El modelo de tipo Ricardiano se basa en el supuesto de una relación directa entre el clima y el valor de la tierra agrícola de modo que el valor de la tierra refleja la productividad de la tierra en un lugar específico. Así, se puede medir la contribución marginal de cada insumo ambiental al ingreso agrícola, ya que se presupone que el valor agrícola refleja el valor presente de la suma de todos los beneficios netos futuros. En principio, el enfoque Ricardiano corrige el sesgo en la función de producción usando datos económicos sobre el valor de la tierra. El modelo de tipo Ricardiano, al igual que la función de producción, es un modelo no lineal que incluye las variables climáticas de forma lineal y cuadrática.

El comportamiento histórico de los rendimientos agrícolas, del valor de la producción agrícola (reflejado en el PIB agrícola) y de los precios relativos de los cultivos sigue una tendencia positiva pero con una gran volatilidad. Esta volatilidad se asocia a la presencia de un cierto nivel de incertidumbre y de riesgo y que existe además la posibilidad de que se mezclen períodos de alta y baja volatilidad.

Cuando estamos en presencia de problemas ambientales, los métodos de valoración económica de los daños se dividen en dos categorías, los métodos objetivos y los métodos subjetivos. Como su nombre lo indica, cada método hace referencia a un tipo de valoración diferente, de ahí que en la interpretación de los resultados deba considerarse qué tipo de método se emplea.

Los métodos objetivos de evaluación, son aquellos que se basan en relaciones físicas que formalmente describen interrelaciones causa/efecto y que proveen medidas o magnitudes objetivas del daño ocasionado por varias causas. Usan funciones de daño relacionadas con la magnitud de la actividad perturbadora sobre el capital real, humano o natural, siendo estas últimas más difíciles de medir. Proveen datos sobre los beneficios (en el sentido de gastos evitados) que aportan acciones preventivas o remediales.

Por su parte, los métodos subjetivos de evaluación se basan en juicios subjetivos del daño posible, expresado o revelado en el comportamiento actual o potencial. Se sustentan en las preferencias relacionadas con funciones individuales de utilidad y dependen del nivel de información y apreciación que tengan los individuos respecto al daño ocasionado por diversas actividades y de la forma en que lo expresen.

Un resumen de las diferentes técnicas a utilizar según cada método, para evaluar distintos efectos, se resume en la siguiente tabla:

METODO EVALUACION OBJETIVA

| TÉCNICAS | EFECTO EVALUADO |
|--|---|
| 1. Cambios en la productividad del trabajo | - Productividad del trabajo |
| 2. Costo de enfermedad | - Morbilidad |
| 3. Capital humano | - Mortalidad |
| 4. Reposición de los costos | - Activos de capital, recursos naturales. |

METODO EVALUACION SUBJETIVA

| TÉCNICAS | EFECTO EVALUADO |
|---------------------------|---|
| 1. Gastos preventivos | - Salud, productividad del trabajo, activos de capital. |
| 2. Evaluación contingente | - Salud, recursos naturales, activos de capital. |
| 3. Costo de viaje | - Recursos naturales. |

Fuente: Dixon, J. et. al. (1998)

Como se enunció anteriormente, existen diferentes técnicas asociadas a cada método, las que se seleccionan de acuerdo al problema que se evalúa y la disponibilidad de información. Estas técnicas son:

Técnicas de valoración económica asociadas a los Métodos Objetivos

- Cambio en la Productividad

Constituye una técnica de valoración de impactos. Gran parte de los proyectos que causan impactos ambientales tienen efectos inmediatos sobre los valores directos de producción, tanto en el lugar del proyecto, como más allá de sus fronteras. Al optar por esa técnica es importante tomar en cuenta los efectos tanto con cómo sin acciones. Esta técnica se

puede utilizar para medir cambios en las cosechas debido a la degradación de tierras como consecuencia de la erosión; pérdida de potencial pesquero debido a la contaminación del agua; pérdida de atractivo turístico con la consiguiente pérdida de ingreso debido a los efectos combinados de contaminación y degradación ambientales.

- Costo de Enfermedad

Técnica de valoración de impacto que se relaciona con los costos de la enfermedad generada por la contaminación. Se sustenta en la relación existente entre la función de daño, expresada en términos del nivel de contaminación, y su efecto sobre la salud. Se puede aplicar cuando el efecto sobre la salud (tiempo de enfermedad) es corto, discreto o cuando no tiene impactos negativos a largo plazo.

Los problemas de enfermedad crónica son difíciles de enjuiciar debido a consideraciones éticas y teóricas. El valor monetario se puede obtener partiendo de los costos de atención médica, la pérdida de ingreso o los gastos en medicamentos.

Se excluyen efectos asociados a estos fenómenos tales como sufrimiento y estrés de las personas enfermas y otras involucradas, así como las restricciones impuestas a actividades no laborales que afectan el bienestar. Con este método se asumen los costos como un estimado de los beneficios que se obtienen como resultado de acciones que evitarían el daño.

- Costo de Reposición

Técnica de valoración que se utiliza no siempre pero sí opcionalmente en sustitución de los cambios en la productividad. Su premisa básica es que se pueden medir los costos en que se incurre para reponer recursos productivos. Esta medición se puede utilizar como un estimado de los beneficios que se derivan de las medidas adoptadas para evitar el daño. Si la pérdida de nutrientes en tierras agrícolas puede explicar los cambios en la productividad, la reposición de los nutrientes naturales por fertilizantes comerciales puede constituir una medida del costo de reposición. La aplicación de la técnica supone que la magnitud del daño es medible y que se puede calcular los costos y que no son mayores que el valor de los recursos destruidos. Además, no hay efectos secundarios o beneficios asociados.

- Costo de Relocalización

Técnica de valoración que se asocia al costo de reposición. Costo de relocalizar una facilidad debido a cambios en la calidad ambiental. Esta técnica se utiliza para evaluar los beneficios potenciales y los costos asociados a la prevención del cambio ambiental. El ejemplo más sencillo es el costo de relocalizar el suministro de agua potable debido a problemas de contaminación ocasionados por instalaciones industriales o por el efecto acumulativo de muchas fuentes. Al aplicar esta técnica se evalúan las opciones que se derivan de esta situación.

Técnicas de valoración económica asociadas a los Métodos Subjetivos

- Gastos Preventivos

Técnica de valoración basada en una estimación de los beneficios esperados por mejoras en las condiciones ambientales a partir de los gastos que las personas están dispuestas a realizar para evitar daños ambientales. A los gastos preventivos se les puede ver como una demanda implícita de gastos de protección ambiental contenidos en el ingreso actual.

- Costo de Viaje

Técnica de valoración ampliamente utilizada para bienes y servicios de recreación. Se desarrolló en los años 60 a partir de una observación de Harold Hotelling. Ésta se refiere a que se puede usar el comportamiento de un consumidor para derivar una curva de demanda. Sirve además para estimar un valor para un bien ambiental derivado del aumento del costo de viaje como variable del precio de admisión. La técnica se aplica bajo el supuesto que los precios de acceso a parques, áreas de recreación y lugares turísticos son inferiores a la utilidad que se deriva de su visita (margen del consumidor). El costo del viaje resulta un mercado implícito en la visita a esos lugares. Los datos se obtienen a través de una encuesta que investiga el gasto del viaje, la distancia, el tiempo del viaje y otras variables. El costo del viaje no es igual al valor del área en cuestión. Se puede utilizar, por ejemplo, para definir una política sobre la preservación o explotación de un área o para valorar políticas de desarrollo de facilidades turísticas.

- Método de Valoración de Contingencia

La llamada valoración hipotética. Cuando no es posible evaluar los impactos ambientales, ni siquiera indirectamente a través de la conducta del

mercado, se pueden medir las preferencias del consumidor en situaciones hipotéticas al crear mercados hipotéticos o artificiales para estudiar opciones destinadas a reducir los daños ambientales. A los individuos se les interroga directamente sobre la cantidad que están dispuestos a pagar por una o más reducciones de los impactos ambientales. La técnica de valoración de contingencia se basa mayormente en encuestas para conocer estos valores. Esta técnica se clasifica dentro de los métodos de valoración subjetivos y como técnica selectivamente aplicable para evaluar los impactos ambientales y como método a través del cual se expresan las preferencias. Se emplea cuando no existen mercados para bienes y servicios ambientales y no están bien desarrollados o no existen mercados alternativos.

En temas de cambio climático, es también necesario tener en cuenta los métodos asociados a la construcción de escenarios, es decir, los métodos prospectivos, ya que éstos permiten realizar evaluaciones de acuerdo a los niveles de incertidumbre asociados a los impactos esperados del mismo.

En cuanto a la evaluación económica de diferentes proyectos con metas ambientales, se deben tener en cuenta para su selección, criterios como el alcance y objetivo de la evaluación, la disponibilidad de información y las metas a que tributará el análisis, entiéndase, conformación de políticas públicas, evaluación de inversiones, etc. En la literatura se pueden encontrar diversas técnicas de evaluación, las que además son aplicadas bajo diversas condiciones. Las más reconocidas son:

- Análisis Costo-Efectividad
- Análisis económico de impacto ambiental
- Análisis Costo / Beneficio
- Análisis Multicriterio

Análisis Costo-Efectividad: constituye una herramienta utilizada para determinar la efectividad de una acción o tecnología en función de sus costos (Ej: costo de reducir una tonelada de emisiones de CO₂). Se utiliza cuando no se cuenta con datos de los beneficios, y permite discernir entre los diferentes costos que puede implicar mitigar un mismo daño ambiental. Puede ser utilizada también como meta ambiental (Ej: costo de recuperar una Ha de tierra degradada o una Ha de bosque)

Análisis Económico de Impacto Ambiental: es una herramienta utilizada para valorar económicamente cambios en la calidad ambiental asociados a proyectos de desarrollo o externalidades (Ej: evaluación de impactos del cambio climático en la agricultura). Puede tener un carácter preventivo cuando se utiliza para evaluar la factibilidad de un proyecto de inversión (evita costos). En ocasiones debe incluir efectos externos al límite espacial del proyecto que se analice (Ej: emisiones industriales que afectan áreas ubicadas en otra localidad).

Análisis Costo / Beneficio: constituye una herramienta analítica que expresa la rentabilidad económica de un proyecto. Consiste en calcular los beneficios de la acción propuesta y se comparan con los costos totales. Maximiza el Valor Actual Descontado del flujo de beneficios y costos de una acción de política (VAN). Al aplicar esta técnica, es importante identificar como alternativas los costos y beneficios con y sin adaptación. Así, un costo ambiental o social que se evita es considerado un beneficio económico; mientras que un beneficio ambiental o social que se pierde se convierte en un costo económico (costo de oportunidad). Dentro de los estudios de cambio climático, esta técnica es de las más empleadas para la evaluación de diferentes opciones de adaptación, considerando que permite comparar la factibilidad de cada una para un mismo horizonte temporal y una misma actividad, debiendo variar solamente los escenarios de referencia y de adaptación a considerar, así como los supuestos asociados a cada uno.

Análisis Multicriterio: es una herramienta adecuada para tomar decisiones que incluyen conflictos sociales, económicos y objetivos de conservación del medio ambiente; además de tener en cuenta la confluencia de diferentes escalas de medición (físicas, monetarias, cualitativas, etc.) en los indicadores que se analizan como criterios para la toma de decisión.

III. Resultados de la evaluación económica del cambio climático en Cuba

Desde un punto de vista económico, los estudios sobre cambio climático en Cuba deben afrontar, en su abordaje, determinadas características de nuestro sistema social, considerando que las metodologías de análisis que se conocen a nivel internacional se han generado para economías de mercado, donde las respuestas en términos de política y estrategias difieren a las nuestras; además de problemas ya conocidos en nuestro ámbito doméstico, como las distorsiones en los precios relativos de los factores productivos o la dualidad monetaria, que afectan la calidad de

los resultados. No obstante, ya en la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático se realizó una primera evaluación económica de opciones de mitigación, en especial relacionadas con la política de ahorro y uso racional de la energía, que pocos años después fueron incorporados al programa de la llamada “Revolución Energética”.

Ya en la Segunda Comunicación Nacional se evaluaron 35 opciones de mitigación (15 más que en la anterior), correspondientes a los sectores de energía, residencial, transporte, agropecuario, forestal y desechos. Los resultados globales de este informe, indican que existe un potencial de mitigación de emisiones de GEI entre el 2004 y el 2050, del orden de los 715 millones de t CO₂ eq, de los cuales unos 521 millones de t CO₂ eq se corresponden con la quema de combustibles (sectores de Demanda y Generación), y el resto con los sectores no energéticos (procesos industriales, pinturas y solventes, agricultura, forestal y desechos).

Por su parte, los costos acumulados de inversión en maquinarias y equipos (costos de capital), del escenario de Mitigación con respecto al de Referencia, actualizados al año 2004, representan el 2,1% del Producto Interno Bruto (PIB) acumulado y actualizado entre el 2004 y el 2050 . Estudios internacionales presentan resultados que se sitúan en un rango entre el 1 y el 3% del PIB. Otro detalle interesante a resaltar es el hecho de que buena parte de las opciones identificadas pueden integrar la cartera nacional de Proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto. Si la mitad del Potencial de Mitigación identificado (357 Millones t CO₂-eq) pudiera ser incluido en la cartera de proyectos MDL, los ingresos estarían en el orden de los 5 billones de dólares, equivalentes al 8% de la inversión acumulada en el escenario de Mitigación, al 24% del incremento de las exportaciones acumuladas de energía, y el 42% de las exportaciones de Bienes y Servicios reportadas en el 2009, unos 11,9 billones de dólares constantes de 1997.

En los casos de los sectores no energéticos, como la agricultura y el forestal, se identificaron un grupo de opciones de mitigación que se relacionan a continuación:

- Reducción de emisiones de CH₄ de la fermentación entérica del ganado vacuno
- Reducción de emisiones de CH₄ en el cultivo de arroz en secano favorecido

- Utilización del estiércol del ganado vacuno para la producción de biofertilizantes
- Cambio de la agricultura de altos Insumos a la de conservación
- Forestación: alcanzar el 35% de área cubierta del territorio nacional en el 2050
- Cambio de categoría de bosque (de productivo a protector)

En sentido general, las medidas en estos dos sectores arrojaron cifras de emisiones evitadas del orden de 2'273,5 miles t CO₂eq, distribuidas en 1'230 miles t CO₂eq para el sector agropecuario y en 1'223,5 miles t CO₂eq para el forestal. A su vez, el costo evitado de la tonelada de CO₂ se estimó como promedio para cada caso en 41,23 \$/t para el sector agropecuario y en 1,90 \$/t para el forestal, teniendo en cuenta el escenario de mitigación con respecto al de referencia.

En el tema de adaptación, sin embargo, los resultados no son tan extensos como en el caso de mitigación.

Esto se debe a la dificultad de conjugar modelos climáticos a escala regional, con modelos económico-productivos a escala local o incluso nacional, donde además no siempre existe una sincronía entre el desencadenamiento del impacto y la evidencia de sus efectos, pues por lo general existe un desfase entre ambos. Además, no siempre se puede diferenciar dentro de un impacto ambiental, que porcentaje corresponde a los efectos del cambio climático, y qué parte se atribuye a causas antrópicas. En este sentido en los estudios más recientes se hace mención a los beneficios económico-productivos que se obtendrían de aplicarse algunas de las medidas de adaptación propuestas, sin embargo la cuantificación sigue quedando como una verdad oculta.

No obstante, en la Segunda Comunicación se determinaron algunas cifras interesantes que llaman la atención sobre los impactos esperados del cambio climático, por ejemplo, en el caso de las proyecciones para el periodo 2020-2050 a nivel de país, según los escenarios previstos para los indicadores epidemiológicos, se estimó que los costos podían estar alrededor de 2'445,9 millones de pesos, de no efectuarse intervenciones oportunas para evitar epidemias y contingencias significativas. En este caso se aplicó la técnica del costo de oportunidad entre los costos de salud en un escenario de adaptación con respecto a un escenario base.

Referencias

- Bueno, R.; Herzfeld, C.; Stanton, E.; Ackerman, F. (2008): El Caribe y el cambio climático. Los costos de la inacción, Ed. Stockholm Environment Institute—US Center, y Global Development and Environment Institute, Tufts University, 35 p.
- CEPAL y GTZ (2009): Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: una reseña, documento de proyecto, Ed. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), Santiago de Chile, 148 p.
- CEPAL (2011): The economics of climate change in the Caribbean, Ed. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Resumen Ejecutivo, Oficina Subregional para el Caribe, Puerto España, Trinidad y Tobago, 175 p.
- Dixon, J.; Fallon, L.; Carpenter, R.; y Sherman, P. (1998), Análisis económico de impactos ambientales, Earthscan, Reino Unido
- Easterling, W., Crosson P., Rosenberg N., McKenney M., Katz L. A. y Lemon M, (1993): "Agricultural impacts of and Responses to Climate Change in the Missouri- Iowa, Nebraska-Kansas (MINK) region", *Climate Change*, 24(1,2): 23-62
- Galindo, L. M (coord.) (2010): La economía del cambio climático en México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México DF, ISBN 978-607-7908-06-07, 443 p.
- INSMET (2012): Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
- IPCC; (2007): Resumen para Responsables de Políticas. En, *Cambio Climático 2007: Impactos y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC*, M. L. Parry; O. F. Canziani; J. P. Palutikof; P. J. van der Linden y C. E. Hanson; Eds., Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Markandya, A.; Hunt, A.; Boyd, R.; Taylor, T.; (2004): Metodología para valorar los costes de los impactos del cambio climático, *Revista Ekonomiaz*, No. 57, pp. 154-215.
- Stern, N. (2007): *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Altieri, MA. (2013). Construyendo resiliencia socio-ecológica en agroecosistemas: algunas consideraciones conceptuales y metodológicas. In Nicholls, Cl; Ríos, LA; Altieri, MA (eds). *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático CYTED-REDAGRES-SOCLA*. 94-105 p.
- FAO (2009). El cambio climático, las plagas y las enfermedades transfronterizas (en línea). Consultado 22/11/2013. Disponible URL: <ftp://ftp.fao.org>.
- Jones, PG; Thornton, PK. (2003). The potential impacts of climate change on maize production in Africa and Latin America in 2055. *Global Environmental Change* 13:51-59.
- Rosenzweig, C; Hillel, D. (2008). *Climate Change and global harvest: impacts of El Niño and other oscillations on agroecosystems*. Oxford University Press, New York.
- Vázquez, LL. (2013). Resiliencia de fincas ante afectaciones por organismos nocivos en sistemas agrícolas expuestos a sequía y ciclones tropicales. In Nicholls, Cl; Ríos, LA; Altieri, MA (eds). *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático CYTED-REDAGRES-SOCLA*. 77-93 p.